КРАТКІЙ УЧЕБНИКЪ

МИНЕРАЛЬНОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ

ХИМІИ

Роско,

ПРОФЕССОРА ВЪ МАНЧЕСТЕРѢ.

Переведенъ съ нѣмецкаго изданія, переработаннаго Шорлеммеромъ, Г. Г. Густавсономъ, М. Я. Капустинымъ и Н. М. Поповой, съ предисловіемъ профессора Д. И. Менделѣева,

съ 62 политипажами и таблицей спектровъ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

ИЗДАНІЕ ТОВАРИЩЕСТВА «ОБЩЕСТВЕННАЯ ПОЛЬЗА».

1868.



ТИПОГРАФІЯ ТОВАРИЩЕСТВА «ОБЩЕСТВЕННАЯ ПОЛЬЗА»,
по Мойкѣ, у Кругл. рынка, № 5.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Учебникъ манчестерскаго профессора Роско, извѣстнаго своими химическими и техническими изслѣдованіями, отличается такою простотою, сжатостію и ясностію изложенія, какой не встрѣчается въ другихъ извѣстныхъ мнѣ руководствахъ. Эти достоинства сдѣлали весьма скоро книгу Роско учебникомъ во многихъ англійскихъ училищахъ и заставили перевести ее на нѣмецкій языкъ. Роско касается всѣхъ важнѣйшихъ вопросовъ химіи, такъ что, при всей краткости, его книга обладаетъ и полнотою совершенно достаточною для начальнаго обученія химіи. Техническія примѣненія также нашли свое мѣсто въ сочиненіи Роско. Складъ англійскихъ учебниковъ, ясно видный въ предлагаемомъ переводѣ, отличаетъ эту книгу отъ другихъ извѣстныхъ краткихъ руководствъ по химіи.

Гг. Густавсонъ, Капустинъ и Попова сдѣлали переводъ химіи Роско не съ оригинала, а съ нѣмецкаго перевода, выполненнаго Шорлеммеромъ, ассистентомъ Роско. Въ нѣмецкомъ изданіи, пересмотрѣнномъ самимъ авторомъ, находятся нѣкоторыя дополненія, потому уже что оно явилось позже оригинала.

Полагаю, что учебникъ Роско будетъ полезенъ не только для нашихъ гимназій и подобныхъ имъ среднихъ учебныхъ заведеній, но и для лицъ желающихъ получить или возобновить въ памяти главнѣйшія химическія свѣдѣнія.

Д. Менделѣевъ.

1868 г., январь.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Металлы.

Химія соединеній углерода или органическая химія.

---

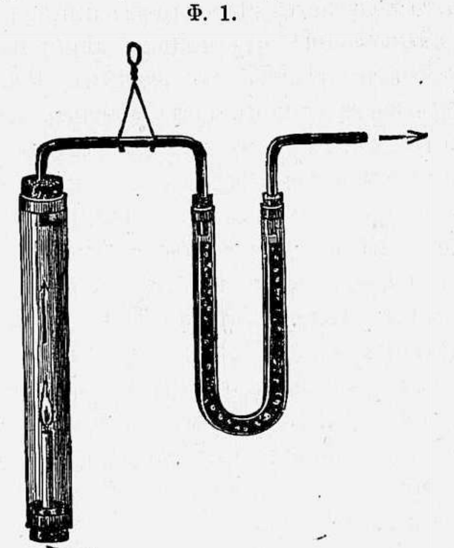
*) Въ нумераціи страницъ замѣчена опечатка; послѣ страницы 256, на слѣдующихъ страницахъ напечатано: 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280. Должно быть: 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272.

ВВЕДЕНІЕ.

Если привести въ соприкосновеніе два или нѣсколько тѣлъ, то при этомъ часто происходитъ явленіе такого рода, что изъ этихъ тѣлъ образуются новыя, обладающія другими свойствами. Равнымъ образомъ, часто встрѣчается и такое явленіе, что какое либо тѣло, при извѣстныхъ условіяхъ распадается на нѣсколько новыхъ тѣлъ со свойствами совершенно отличными отъ первоначальнаго тѣла. Такія явленія называются *химическими явленіями или химическими процессами*, и та часть естественныхъ наукъ, которая занимается изученіемъ этихъ явленій, называется *химіею*. Если тщательно смѣшать мѣдныя опилки съ сѣрою, то получается сѣровато-зеленый порошокъ, по цвѣту, слѣдовательно, отличающійся отъ мѣди и сѣры; невооруженному глазу онъ представляется тѣломъ однороднымъ. Впрочемъ, съ помощію хорошаго микроскопа, въ немъ легко отличить частички сѣры и мѣди. Въ этомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ смѣсью; и средствами чисто-механическими мы можемъ раздѣлить ее на ея составныя части; отмывая эту смѣсь водою, можно отдѣлить сѣру отъ мѣди, потому что сѣра легче мѣди. Если же эту смѣсь нагрѣть, то въ ней происходитъ измѣненіе,—она накаливается и по охлажденіи является однороднымъ чернымъ тѣломъ, въ которомъ при самомъ сильномъ увеличеніи нельзя открыть ни сѣры, ни мѣди. Свойства этого новаго тѣла совершенно отличны отъ свойствъ мѣди и отъ свойствъ сѣры. Тутъ, слѣдовательно, мѣдь съ сѣрою соединилась *химически*, въ тѣло называемое сѣрнистою мѣдью. Это тѣло уже не механическая смѣсь, и потому механическими средствами раздѣлить его на составныя части — нельзя. Разложить это тѣло на мѣдь и сѣру можно только посредствомъ процессовъ химическихъ. Другой примѣръ явленія химическаго есть горѣніе свѣчи въ воздухѣ; при горѣніи масса свѣчи уменьшается, но ни одна изъ ея составныхъ частей не уничтожается и не пропадаетъ; онѣ только переходятъ изъ

твердыхъ въ газообразныя; онѣ дѣлаются невидимыми, но доказать ихъ существованіе можно многими способами. Стоитъ только, напримѣръ, на время покрыть свѣчу чистою сухою стклянкою, чтобы замѣтить, что внутренняя поверхность стекла покрывается мелкими каплями воды. Кромѣ того, если, тотчасъ же по снятіи стклянки со свѣчи, влить въ эту стклянку нѣсколько прозрачной известковой воды и взболтать ее, то въ известковой водѣ, которая на воздухѣ оставалось прозрачною, въ этомъ случаѣ появится муть. Этимъ самымъ будетъ доказано, что при горѣніи свѣчи образуются водяной паръ и кромѣ того особый безцвѣтный газъ, обладающій свойствомъ мутить известковую воду. Легко также доказать, что при горѣніи вещество свѣчи не теряется, но что, напротивъ того, продукты горѣнія свѣчи вѣсятъ болѣе ея самой, ибо во время горѣнія составныя части ея соединяются съ (кислородомъ) воздухомъ. Для доказательства этого, берутъ стеклянную трубку въ діаметрѣ около дюйма и длиною около 10 дюймовъ. Съ одного конца ее затыкаютъ пробуравленною въ нѣсколькихъ мѣстахъ пробкою и въ одно изъ отверстій вставляютъ свѣчу. Въ другой конецъ трубки вставляютъ пробку, черезъ которую проходитъ согнутая подъ прямымъ угломъ трубка; ее соединяютъ съ колѣнчатою трубкою, наполненною кусками ѣдкаго натра. Другой конецъ изогнутой трубки заткнутъ пробкою съ вставленною въ нее трубкою (фиг. 1).

Ф. 1.

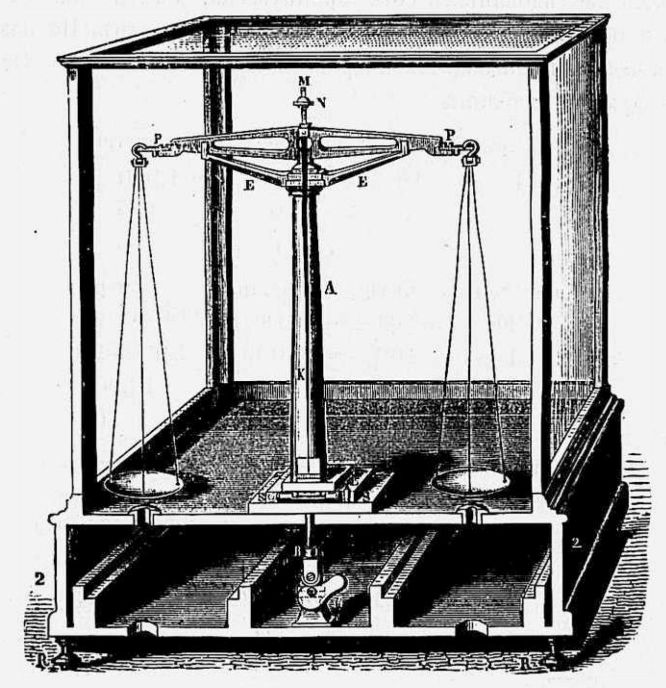


Устроивъ такимъ образомъ приборъ, его взвѣшиваютъ. Затѣмъ соединяютъ колѣнчатую трубку посредствомъ трубки изъ каучука съ сосудомъ, наполненнымъ водою и снабженнымъ въ нижней своей части краномъ. Если кранъ отвернуть, то вода будетъ вытекать, а воздухъ, который будетъ вслѣдствіе этого входить въ приборъ, послужитъ

на поддержаніе горѣнія свѣчи. Когда кранъ отворенъ, свѣчу зажигаютъ и тотчасъ затыкаютъ широкую трубку пробкою, въ которой свѣча укрѣплена. Чрезъ нѣсколько времени каучуковую трубку, соединяющую приборъ съ сосудомъ, снимаютъ, и приборъ снова взвѣшиваютъ: оказывается, что вѣсъ его увеличился. Это происходитъ оттого, что составныя части свѣчи (углеродъ и водородъ) при горѣніи соединяются съ кислородомъ воздуха, а образовавшіеся продукты (углекислота и вода) задерживаются ѣдкимъ натромъ.

Изученіе всѣхъ извѣстныхъ химическихъ процессовъ показало, что матерія не пропадаетъ, равно какъ и вновь не происходитъ; что при явленіи подобныхъ горѣній свѣчи, происходитъ только измѣненіе состоянія матеріи, но не уничтоженіе ея. Справедливость этого перваго и важнаго химическаго закона подтверждалась все болѣе и болѣе, вмѣстѣ съ тѣмъ, какъ постоянно оказывалось, что вѣсъ тѣлъ до химическаго процесса равенъ вѣсу продуктовъ происшедшихъ послѣ него; только со времени введенія вѣсовъ, какъ главнаго вспомогательнаго средства при химическихъ изслѣдованіяхъ, химія стала наукою. Обыкновенная форма химическихъ вѣсовъ представлена на фиг. 2-й.

Ф. 2.



*

Латунное коромысло, для большей легкости, дѣлается со сквозными отверзтіями; по срединѣ его находится лезвіе ножа или трехгранная призма изъ закаленной стали, которая покоится на агатовой подставкѣ, находящейся не вершинѣ вертикальнаго латуннаго столба. Оконечности коромысла снабжены также острыми призмами, на которыхъ повѣшены чашки посредствомъ стальныхъ крючковъ. Вслѣдствіе такого устройства, вѣсы обладаютъ большою подвижностью и чувствительностью, потому что треніе вездѣ по возможности уменьшено. Чтобы предохранить острыя ребра призмъ отъ притупленія, когда вѣсы не въ дѣлѣ, къ вѣсамъ придѣлано особое устройство, позволяющее поднимать коромысло и такимъ образомъ удалять призму отъ агатовой подставки. Чтобы предохранить вѣсы отъ пыли, сырости и отъ движеній воздуха во время взвѣшиванія, они покрываются стеклянным колпакомъ. Точные химическіе вѣсы, при нагрузкѣ на каждую чашку по 100 граммовъ, показываютъ замѣтное отклоненіе при прибавленіи $^1/_{10}$ миллиграмма или $^1/_{1000000}$ взвѣшиваемаго вещества.

Общепринятая въ настоящее время система вѣсовъ и мѣръ при научныхъ изслѣдованіяхъ есть французская, десятичная. Она отличается простотою; единица длины называется метръ. Подраздѣленія въ ней вездѣ производятся посредствомъ дѣленія на 10. Это видно изъ слѣдующей таблицы.

Метръ.		Дециметры.		Сантиметры.		Миллиметры.
1	=	10	=	100	=	1,000
		1	=	10	=	100
				1	=	10

Квадратный метръ.		Квадр. дециметръ.		Квадр. сантиметръ.		Квадр. миллиметръ.
1	=	100	=	10,000	=	1.000,000
		1	=	100	=	10,000
				1	=	100

Кубическій метръ.		Куб. дециметръ.		Куб. сантиметръ.		Куб. миллиметръ.
1	=	1,000	=	1.000,000	=	1,000.000,000
		1	=	1,000	=	1.000,000
				1	=	1,000

Метръ = 3,2809 русскимъ или англійскимъ футамъ, или 1,4061 русскимъ аршинамъ.

Для обозначенія большихъ длинъ, множатъ данную длину, начиная съ метра на десять и прибавляютъ вначалѣ греческія названія чиселъ.

10 метровъ = 1 декаметру;
100 метровъ = 1 гектаметру;
1000 метровъ = 1 километру.

Кубическій дециметръ называется литромъ. Въ десятичной системѣ отношеніе между единицей вѣса и единицей длины весьма просто. Единица вѣса въ ней есть вѣсъ одного кубическаго сантиметра воды при 4° Ц. (температура, при которой вода обладаетъ наибольшею плотностью); эта единица вѣса называется граммомъ. Граммъ подраздѣляется на десятыя, сотыя и тысячныя части; каждая изъ нихъ называется дециграммомъ, сантиграммомъ и миллиграммомъ.

1,000 граммовъ = 1 килограмму = вѣсу одного куб. дециметра воды при 4°. Килограммъ вѣситъ 2,4419 русскаго фунта.

При введеніи этой системы желали поставить въ зависимость единицу мѣры съ окружностью земнаго шара; именно метромъ назвали $\frac{1}{10.000,000}$ часть разстоянія отъ полюса до экватора, по тогдашнимъ измѣреніямъ. Но впослѣдствіи оказалось, что это измѣреніе не точно, такъ что метръ не составляетъ $\frac{1}{10.000,000}$ этого разстоянія, хотя весьма близко подходитъ къ этой величинѣ. Впрочемъ десятичная система не зависитъ отъ отношенія единицы ея мѣры къ окружности земнаго шара. Нормальный метръ есть длина металлическаго бруса, тщательно сохраняемаго въ Парижѣ, и служащаго образцомъ.

1 метръ = 443,296 парижскихъ линій = 3,1892 прусскихъ футовъ. Килограммъ равняется ровно двумъ нѣмецкимъ фунтамъ и двумъ фунтамъ, 42 зол., 40,54 долямъ русскаго вѣса.

Цѣль химика состоитъ въ изслѣдованіи явленій, при которыхъ происходитъ существенное измѣненіе въ свойствахъ тѣлъ, въ изслѣдованіи причинъ этихъ явленій, и въ опредѣленіи законовъ, которымъ эти явленія слѣдуютъ. Для этого онъ производитъ опыты, т. е. приводитъ тѣла въ такія условія, которыя онъ можетъ наблюдать и измѣнять, слѣдитъ за явленіями, которыя при этомъ происходятъ, и изъ нихъ выводитъ свои заключенія. Изъ всѣхъ изслѣдованій, произведенныхъ до нынѣ надъ самыми разнообразными тѣлами, твердыми, жидкими, газообразными, минеральными и принадлежащими къ царствамъ животному и раст-

тельному, — оказывается, что всѣ онп относятся къ какому либо изъ слѣдующихъ двухъ подраздѣленій:

1. *Сложныя тѣла* или соединенія, которыя могутъ быть разложены на два или большее количество тѣлъ различныхъ между собою и первоначальнымъ соединеніемъ.

2. *Простыя тѣла* или *элементы*, т. е. такія вещества, изъ которыхъ нельзя выдѣлить тѣла по свойствамъ существенно отличающагося отъ первоначальнаго тѣла.

Соединеніе или сложное тѣло содержитъ два или болѣе простыхъ тѣлъ, соединенныхъ между собою химически.

Мѣдь и сѣра суть тѣла простыя; изъ того и другаго отдѣльно нельзя получить новаго отличающагося отъ нихъ тѣла. Если же нагрѣть мѣдь съ сѣрою, то происходитъ ихъ химическое соединеніе, изъ котораго химическимъ путемъ можно получить обратно и мѣдь, и сѣру. Такимъ же образомъ вода есть соединеніе двухъ газообразныхъ простыхъ тѣлъ (кислорода и водорода); поваренная соль содержитъ металлъ натрій въ соединеніи съ газообразнымъ простымъ тѣломъ, который называютъ хлоромъ; известь, глина, сахаръ, воскъ—все это химическія соединенія; напротивъ того уголь, сѣра, фосфоръ, желѣзо, ртуть и серебро суть тѣла простыя.

На слѣдующемъ опытѣ можно видѣть разложеніе соединенія на составляющія его простыя тѣла.

Если сильно нагрѣть красную окись ртути въ пробирной трубочкѣ изъ тугоплавкаго стекла, то окись ртути разложится. На холодныхъ стѣнкахъ трубки появится сѣроватый налётъ, который, съ увеличеніемъ его массы, начнетъ превращаться въ металлическія капли; это—ртуть, одна изъ составныхъ частей красной окиси ртути. Другая составная часть есть кислородъ; присутствіе его узнается потому, что тлѣющая лучинка, поднесенная къ отверзтію пробирки — загорается. Нагрѣвая болѣе продолжительное время, можно всю окись ртути разложить на кислородъ и ртуть; оба вмѣстѣ они вѣсятъ столько же, сколько вѣсила взятая окись ртути.

До сихъ поръ извѣстны 63 простыхъ тѣла; они обладаютъ весьма разнообразными свойствами; довольно большое число изъ нихъ отличается тѣмъ, что въ свойствахъ своихъ представляютъ много сходнаго, и нѣкоторыя изъ нихъ уже съ давнихъ поръ извѣстны подъ названіемъ *металловъ*, какъ напр. золото, серебро, мѣдь, желѣзо; другія простыя тѣла газообразны или тверды, но различны отъ металловъ, напр. уголь, сѣра, фосфоръ. Основываясь на этомъ, обыкн

венно дѣлятъ всѣ простыя тѣла на два большихъ класса: металлы и не металлы (металлоиды); но въ этомъ дѣленіи, которое основывается на шаткихъ и неточныхъ признакахъ — рѣзкой границы провести нельзя; отъ этого происходитъ, что нѣкоторыя простыя тѣла одними химиками относятся къ металламъ, а другими къ металлоидамъ. Обыкновенно принимаютъ, что металлоидовъ 15, а металловъ 48. Эти 63 простыхъ тѣла составляютъ матеріалъ химическихъ соединеній; всѣ изслѣдованныя до сихъ поръ вещества заключали одно или нѣсколько изъ простыхъ тѣхъ въ свободномъ состояніи, или въ соединеніи между собою.

Слѣдующая таблица содержитъ извѣстныя до настоящаго времени (1867 г.) простыя тѣла. Курсивнымъ шрифтомъ обозначены металлоиды; обыкновеннымъ — металлы, изъ которыхъ чаще встрѣчающіеся обозначены звѣздочками.

Названія.	Знаки.	Вѣсъ частицы.
*Аллюминій	Al	27,4
Азотъ	N	14,0
Барій	Ba	137,0
Бериллій	Be	9,3
Боръ	B	11,0
Бромъ	Br	80,0
Ванадій	V	134,6
*Висмутъ	Bi	210,0
Водородъ	H	1,0
Вольфрамъ	W	184,0
Дидимъ	Di	95,0
*Желѣзо	Fe	56,0
*Золото	Au	197,0
Индій	In	35,0 (?)
Иридій	Ir	198,0
Иттрій	Y	61,7
Іодъ	I	127,0
Кадмій	Cd	112,0
*Калій	Ka	139,7
*Кальцій	Ca	40,0
Кислородъ	O	16,0
*Кобальтъ	Co	58,0
Кремній	Si	28,0

Названія.	Знаки.	Вѣсъ частицы.
Лантанъ	La	92,0
Литій	Li	7,0
*Магній	Mg	24,0
*Марганецъ	Mn	55,0
Молибденъ	Mo	96,0
*Мѣдь	Cu	63,5
Мышьякъ	As	75,0
*Натрій	Na	23,0
Никкель	Ni	58,7
Ніобій	Nb	94,0
*Олово	Sn	118,0
Осмій	Os	199,2
Палладій	Pd	106,6
*Платина	Pt	197,5
Родій	Rh	104,4
*Ртуть	Hg	200,0
Рубидій	Rb	85,4
Рутеній	Ru	104,4
*Свинецъ	Pb	207,0
Селенъ	Se	79,5
*Серебро	Ag	108,0
*Стронцій	Sr	87,5
Сурьма	Sb	122,0
Сѣра	S	32,0
Таллій	Tl	204,0
Танталъ	Ta	172,9
Теллуръ	Te	128,0
Титанъ	Ti	50,0
Торій	Th	231,5
Углеродъ	C	12,0
Уранъ	U	120,0
Фосфоръ	P	31,0
Фторъ	Fl	19,0
Хлоръ	Cl	35,5
*Хромъ	Cr	52,2
Церій	Ce	92,0
Цезій	Cs	133,0
*Цинкъ	Zn	65,2

Названія.	Знаки.	Вѣсъ частицы.
Цирконій	Zr	89,6
Эрбій	Er	112,6

Нѣкоторыя изъ простыхъ тѣлъ весьма распространены въ природѣ; кислородъ, напр. находится въ атмосферѣ, въ водѣ и въ твердой земной корѣ въ такомъ количествѣ, что составляетъ почти половину вѣса всей нашей планеты. Съ другой стороны, нѣкоторыя простыя тѣла, какъ индій и тербій, встрѣчаются только въ опредѣленныхъ мѣстахъ и весьма въ небольшомъ количествѣ. Простыя тѣла весьма неравномѣрно распространены по земному шару. Въ воздухѣ ихъ только четыре, въ морѣ до сихъ поръ найдено до 30; но всѣ они въ большемъ или меньшемъ количествѣ находятся въ земной корѣ. Главная масса ея состоитъ изъ 8-ми простыхъ тѣлъ, какъ видно изъ слѣдующей таблицы, которая представляетъ количecкво простыхъ тѣлъ во 100 частяхъ кристаллическихъ породъ:

Кислорода	44,0—48,7.
Кремнія	22,8—36,2.
Аллюминія	9,9— 6,1.
Желѣза	9,0— 2,4.
Кальція	6,6— 0,9.
Магнія	2,7— 0,1.
Натрія	2,4— 2,5.
Калія	1,7— 3,1.

Безъ сомнѣнія, на нашей планетѣ существуютъ и другія простыя тѣла, кромѣ приведенныхъ 63. Совершенствующіяся методы изслѣдованія часто даютъ возможность открывать новыя простыя тѣта. Въ послѣднія семь лѣтъ было вновь открыто 4 простыхъ тѣла и открытіемъ ихъ мы обязаны спектральному анализу. Съ большею даже вѣроятностью можемъ ожидать, что, со временемъ, многія изъ простыхъ тѣлъ окажутся сложными; ибо были примѣры, что вещества, принимаемыя даже въ недавнее время за простыя тѣла, оказывались сложными. До весьма недавняго времени наши свѣдѣнія о составѣ другихъ небесныхъ тѣлъ, ограничивались изслѣдованіемъ метеорныхъ камней, въ которыхъ не было найдено новыхъ простыхъ тѣлъ, не попадающихся на земномъ шарѣ. Посредствомъ спектральнаго прибора были найдены въ послѣднее время даже въ составѣ солнца и неподвижныхъ звѣздъ многія простыя тѣла, встрѣчающіяся на зем-

номъ шарѣ, и присутствіе ихъ доказано съ такою же достовѣрностью и точностью, какъ для тѣлъ земнаго шара.

Въ слѣдующихъ главахъ будутъ изложены металлоиды и ихъ соединенія въ такомъ порядкѣ:

Кислородъ.	Сѣра.
Водородъ.	Селенъ.
Азотъ.	Теллуръ.
Углеродъ.	
Хлоръ.	Кремній.
Бромъ.	Боръ.
Іодъ.	Фосфоръ.
Фторъ.	Мышьякъ.

1. Кислородъ или оксигенъ.

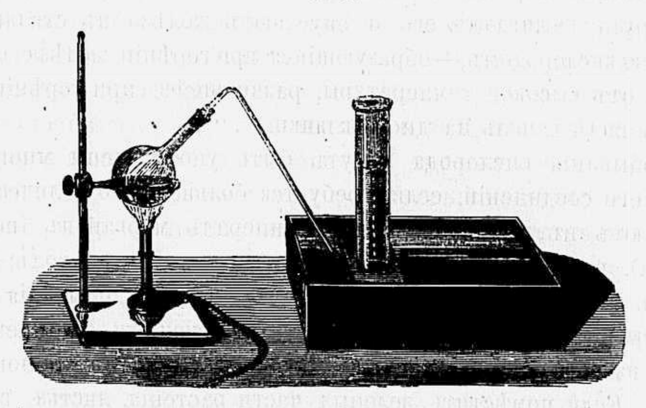
Вѣсъ пая = 16 = O. Плотность = 16.

Кислородъ есть безцвѣтный газъ безъ вкуса и запаха. Въ свободномъ состояніи онъ находится въ воздухѣ, въ смѣси съ другими газами и по объему составляетъ $^1/_5$ часть атмосферы. Въ соединеніи съ другими элементами, онъ составляетъ около половины земной коры и $^8/_9$ воды. Кислородъ былъ открытъ англійскимъ химикомъ *Пристлеемъ* въ 1774 году; годъ спустя кислородъ былъ полученъ *Шееле* въ Швеціи, независимо отъ Пристлея. *Лавуазье* первый доказалъ, что кислородъ есть простое тѣло; онъ опредѣлилъ роль его при горѣніи, объяснилъ этотъ процессъ, и тѣмъ положилъ начало научной химіи.

Изъ воздуха можно получить кислородъ въ чистомъ видѣ только косвеннымъ путемъ. Для полученія его пользуются свойствомъ нѣкорыхъ изъ его соединеній при нагрѣваніи разлагаться и выдѣлять этотъ газъ. Выше было упомянуто, что красная окись ртути при нагрѣваніи разлагается на ртуть и кислородъ. Пристлей и получалъ его этимъ способомъ. Соединеніе, изъ котораго обыкновенно получаютъ кислородъ, есть хлорноватокалиевая соль; она выдѣляетъ 39,16 процентовъ вѣса кислорода. Для добыванія кислорода по этому способу, кладутъ нѣсколько измельченной хлорноватокалиевой соли въ тонкостѣнную колбочку, въ шейку которой вставляютъ посредствомъ

пробки газоотводную трубку, и погружаютъ нижній конецъ ея въ воду пневматической ванны (фиг. 3).

Ф. 3.



При нагрѣваніи соль плавится, потомъ пѣнясь выдѣляетъ кислородъ, который въ видѣ пузырьковъ проходитъ чрезъ воду. Его можно собирать въ сосудахъ наполненныхъ водою и поставленныхъ такимъ образомъ, что отверстіе ихъ погружается въ воду пневматической ванны. Прибавкою къ хлорноватокалиевой соли перекиси марганца, можно ускорить выдѣленіе газа и нагрѣвать не такъ сильно. Подобное же дѣйствіе производятъ окиси желѣза и мѣди. Самыя окиси при этомъ не измѣняются.

Всѣ простыя тѣла, за исключеніемъ фтора, соединяются съ кислородомъ. Происшедшія соединенія называются окислами, а самый процессъ соединенія—окисленіемъ. Если окисленіе происходитъ быстро, то оно сопровождается развитіемъ теплоты и свѣта, т. е. происходитъ горѣніе. Всѣ горючія тѣла сгараютъ въ кислородѣ съ отдѣленіемъ сильнаго свѣта; даже тѣла подобныя желѣзу, не горящія въ воздухѣ (разрѣженный кислородъ), сгараютъ легко въ чистомъ кислородѣ. Тлѣющая лучинка или погасшая, но съ тлѣющей свѣтильней свѣча, мгновенно воспламеняются въ этомъ газѣ. Сѣра горитъ въ немъ красивымъ синимъ пламенемъ, а фосфоръ сгараетъ съ блескомъ подобнымъ солнечному свѣту. Если влить не много воды въ стклянки, въ которыхъ были дѣланы эти опыты, и взболтать ее, то вода растворитъ образовавшіеся окислы, и получитъ кислый вкусъ и способность окрашивать въ красный цвѣтъ синюю лакмусовую бумагу. Лавуазье, желая выразить въ названіи это свойство газа, назвалъ его оксигеномъ (отъ греческихъ словъ: кислота и произвожу); по-

русски онъ называется кислородомъ. Чтобы показать сгараніе желѣза въ кислородѣ, берутъ тонкую часовую пружину или пучокъ тонкихъ желѣзныхъ проволокъ, и прикрѣпивъ къ одному концу ихъ кусочекъ трута, зажигаютъ его и опускаютъ желѣзо въ стклянку наполненную кислородомъ,—образующійся при горѣніи желѣза окиселъ плавится отъ высокой температуры, развившейся при горѣніи и падаетъ въ видѣ капель на дно стклянки.

Для добыванія кислорода могутъ быть употреблены многія изъ другихъ его соединеній; если требуется большое его количество, то накаливаютъ въ желѣзной бутыли минералъ марганецъ (перекись марганца), въ горло бутыли вмазывается ружейный стволъ; чистый минералъ даетъ 12,2% этого газа. Другіе способы добыванія будутъ приведены потомъ, при описаніи соотвѣтствующихъ соединеній: бѣлильной извести, сѣрной кислоты, двуокиси барія, двухромовокаліевой соли. Если помѣстить зеленыя части растенія, листья, въ стеклянный прозрачный сосудъ наполненный водою, содержащею въ растворѣ углекислоту, и выставить его на солнце, то вскорѣ замѣтимъ, что изъ воды выдѣляются пузырьки газа; они состоятъ изъ чистаго кислорода. Этотъ кислородъ выдѣлился изъ углекислоты (двуокиси углерода), соединенія углерода съ кислородомъ. Это соединеніе воспринимается листьями и разлагается жизненнымъ ихъ процессомъ, такимъ образомъ, что углеродъ служащій имъ пищею удерживается, а кислородъ выдѣляется. Въ природѣ этотъ процессъ происходитъ постоянно. Углекислота необходимая для этого процесса происходитъ при сгараніи углеродъ содержащихъ веществъ и при дыханіи животныхъ. При дыханіи воздухъ входитъ въ легкія; кислородъ задерживается и переходитъ въ кровь, а выдыхается углекислота. При процессѣ дыханія кислородъ дѣйствуетъ такимъ же образомъ, какъ и при горѣніи. Это можно доказать слѣдующимъ опытомъ. Если въ стклянку, въ которой было произведено сжиганіе содержащаго углеродъ тѣла, влить прозрачной известковой воды и взболтать ее, то она замутится; это произойдетъ оттого, что продуктъ горѣнія—углекислота, даетъ съ известью нерастворимое въ водѣ соединеніе. То же самое явленіе происходитъ, если пропускать посредствомъ стеклянной трубки чрезъ известковую воду, воздухъ выдѣляемый изъ легкихъ. Кислородъ, принятый кровью, соединяется съ частью углерода тѣла, а черезъ это окисленіе развивается животная теплота, и въ тѣлѣ поддерживается температура выше окружающей. Какъ только

этотъ химическій процессъ прекращается, наступаетъ смерть и тѣло принимаетъ температуру окружающаго воздуха.

Нагрѣвая красную окись ртути, можно разложить ее на кислородъ и ртуть. Подобное разложеніе химическаго соединенія на составляющія его простыя тѣла, называется анализомъ. Если при этомъ взять опредѣленный вѣсъ даннаго соединенія, и продукты его разложенія также взвѣшиваются, то такой анализъ называется количественнымъ. Наоборотъ, полученіе соединенія изъ простыхъ тѣлъ называется синтезомъ. Мы, напр., синтезомъ пришли къ такому заключенію, что сѣрнистая мѣдь состоитъ изъ мѣди и сѣры. Составъ химическаго соединенія постояненъ: это показываетъ количественный анализъ. Данное химическое соединеніе всегда содержатъ составляющія его простыя тѣла, въ количествахъ, взаимное отношеніе которыхъ постоянно. Красная окись ртути состоитъ изъ:

16	вѣсовыхъ частей	кислорода
200	» »	ртути.
216		

Изъ 216 вѣс. частей окиси ртути всегда получается 16 вѣс. частей кислорода и 200 вѣс. частей ртути. Хлорноватокаліевая соль содержитъ три простыхъ тѣла въ слѣдующемъ отношеніи ихъ количествъ:

Калія	39,1	вѣс. частей.
Хлора	35,5	» »
Кислорода . . .	48,0	» »
	122,6	

При нагрѣваніи этой соли выдѣляется весь кислородъ, т. е. 122,6 вѣс. частей ея даютъ 48,0 вѣс. частей кислорода, и 74,6 вѣс. частей соединенія калія съ хлоромъ, хлористаго калія, который остается въ видѣ бѣлой соли. Изъ предъидущаго видно, что легко можно вычислить, какое количество окиси ртути или хлорноватокаліевой соли нужно для полученія даннаго количества кислорода; и наоборотъ легко узнать, какое количестсо кислорода дастъ данный вѣсъ окиси ртути, или хлорноватокаліевой соли. Чтобы имѣть возможность легко и удобно выражать составъ соединеній, въ химіи употребляются для обозначенія каждаго простаго тѣла особые знаки или формулы. Они состоятъ изъ одной или двухъ буквъ, которыми и обозначается названіе простаго тѣла; обыкновенно употребляются начальныя буквы греческихъ или латинскихъ названій простыхъ тѣлъ. Такимъ образомъ химическій знакъ кислорода есть O, хлора—Cl, калія—Ka, ртути Hg (Hydrargyrum). Каждому изъ этихъ знаковъ, обозначающему

названіе простаго тѣла, соотвѣтствуетъ опредѣленное число (см. таблицу простыхъ тѣлъ). Эти числа выражаютъ собою отношенія, въ которыхъ простыя тѣла соединяются между собою; поэтому они получили названіе пропорціональныхъ чиселъ или паевъ. Такимъ образомъ означаютъ знаки:

Cl — 35,5	вѣс.	частей	хлора
K — 39,1	»	»	»
O — 16,0	»	»	»
Hg — 200,0	»	»	»

Поэтому химическими знаками выражается нетолько качественный, но и количественный составъ соединеній. HgO обозначаетъ, что окись ртути состоитъ изъ ртути и кислорода, и что въ 216 частяхъ ея заключается 16 вѣс. частей кислорода и 200 вѣс. частей ртути.

Хлорноватокаліевая соль состоитъ изъ:

Калія	39,1	= K
Хлора	35,5	= Cl
Кислорода	48,0 = 3×16	= O^3.

Химическій знакъ хлорноватокаліевой соли, слѣд., будетъ $KClO^3$, и обозначаетъ 122,6 вѣсовыхъ частей его.

Объемъ кислорода въ 16 разъ тяжелѣе такого же объема водорода. Если вѣсъ единицы объема послѣдняго газа, какъ легчайшаго, принять за единицу, то плотность кислорода выразится числомъ 16. Слѣдовательно, плотности обоихъ газовъ находятся въ прямомъ отношеніи къ ихъ пропорціональнымъ числамъ. Если принять плотность воздуха за единицу, то плотность кислорода выразится числомъ 1,1056. Литръ кислорода вѣситъ при 0° и при высотѣ барометра въ 760 миллиметровъ — 1,4928 грамма. До настоящаго времени кислородъ нельзя было сгустить въ жидкость ни сильнымъ сжатіемъ, ни дѣйствіемъ сильнаго холода.

Озонъ. Если чрезъ чистый кислородъ пропускать долгое время электрическія искры, то онъ подвергается замѣчательному измѣненію: онъ пріобрѣтаетъ особый запахъ и соединяется легче съ другими тѣлами слѣд. пріобрѣтаетъ болѣе окислительныя свойства. Такой измѣненный кислородъ называютъ озономъ или активнымъ кислородомъ. До сихъ поръ не удалось приготовить чистый озонъ; удается только небольшую часть даннаго количества кислорода превратить въ это его видоизмѣненіе, причемъ объемъ кислорода уменьшается.

Озонъ есть, слѣдовательно, кислородъ въ нѣсколько сгущенномъ состояніи. Такъ-какъ можно опредѣлить уменьшеніе объема и количество образовавшагося озона, то, слѣд., можно вычислить и его плотность. Она оказывается въ 1½ раза болѣе плотности кислорода, т. е. три объема кислорода сгущаются въ два объема озона. Кромѣ дѣйствія электричества, озонъ часто образуется въ небольшихъ количествахъ при медленномъ окисленіи, напр. если опустить палочку фосфора въ сосудъ съ влажнымъ воздухомъ. Кромѣ характернаго запаха, присутствіе озона легко открывается по причинѣ его дѣйствія на іодистый калій. Это соединеніе дѣйствіемъ кислорода не измѣняется; озонъ же окисляетъ калій и выдѣляетъ іодъ въ свободномъ состояніи. Самое малое количество іода можетъ быть открыто, потому что онъ имѣетъ свойство давать съ крахмаломъ темно-синее соединеніе. Поэтому, для доказательства присутствія озона, употребляютъ полоски бумаги, пропитанныя растворомъ іодистаго калія и крахмальнаго клейстера. При малыхъ количествахъ озона эти бумажки слабо окрашиваются въ красноватый или синеватый цвѣтъ; при большихъ количествахъ въ темно-синій. Это средство употребляется для открытія озона въ воздухѣ; при этомъ не слѣдуетъ упускать изъ вида, что и нѣкоторые другіе газы имѣютъ свойство выдѣлять іодъ изъ іодистаго калія, и слѣдовательно окрашивать эти бумажки.

---

2. Водородъ или гидрогенъ.

Пропорціональное число 1=H. Плотность=1.

Безцвѣтный газъ безъ вкуса и запаха; до настоящаго времени онъ не могъ быть сгущенъ въ жидкость. Изъ всѣхъ извѣстныхъ веществъ, онъ самое легкое. Онъ въ 14,47 разъ легче воздуха, плотность его по отношенію къ воздуху = 0,0692; по многимъ причинамъ, весьма удобно принимать плотность водорода, какъ легчайшаго газа, за единицу и съ нимъ сравнивать вѣса равныхъ объемовъ другихъ газовъ. Литръ водорода вѣситъ при 0° и при 760 лит. барометрической высоты — 0,08936 гр.

Въ небольшомъ количествѣ водородъ находится въ свободномъ состояніи въ вулканическихъ газахъ. Но главная масса его въ химическомъ соединеніи съ кислородомъ образуетъ воду, столь распространенную на земномъ шарѣ. Отсюда и его названіе (υδως, вода, γεννάω, произвожу); кромѣ того водородъ входитъ какъ одна изъ

главныхъ составныхъ частей въ составъ растеній и животныхъ. Водородъ былъ открытъ Парацельсомъ въ XVI столѣтіи; свойства его были точнѣе изучены Кавендишемъ въ 1781 году.

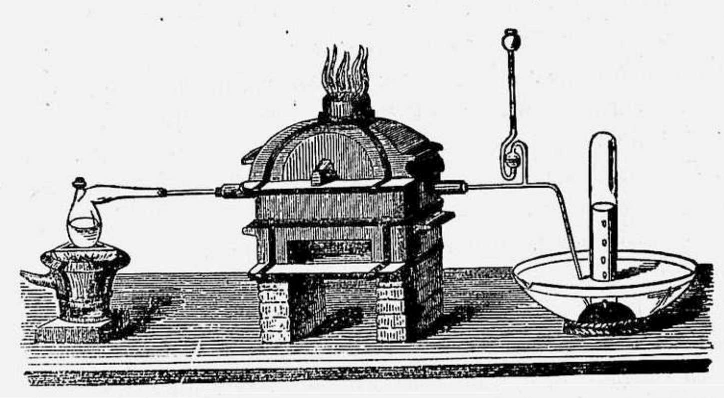
Чтобы добыть водородъ изъ воды, пользуются стремленіемъ нѣкоторыхъ металловъ соединяться съ кислородомъ и вслѣдствіе этого разлагать воду, т. е. соединяясь съ кислородомъ воды, выдѣлять водородъ въ свободномъ состояніи. Металлы калій и натрій производятъ это даже при обыкновенной температурѣ. Если бросить на воду кусочекъ калія, то начинается весьма сильное дѣйствіе, водородъ выдѣляется и загорается отъ теплоты, развивающейся при этой реакціи. Чтобы собрать водородъ, натрій или калій завернутые въ тонкую проволочную сѣтку помѣщаютъ подъ цилиндръ наполненный водою и отверзтіемъ поставленный въ пневматическую ванну.

Вода содержитъ на 16 вѣс. частей кислорода 2 вѣса части водорода; ея формула слѣд. будетъ H^2O; при дѣйствіи калія или натрія, половина водорода воды выдѣляется, а на его мѣсто становится металлъ; этотъ процессъ можно выразить слѣдующимъ уравненіемъ:

$$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O + K = \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\} O + H;$$

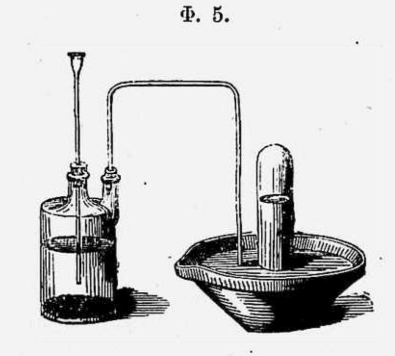
т. е. вода при дѣйствіи калія даетъ водную окись калія и водородъ. Образовавшаяся водная окись калія растворяется въ водѣ и сообщаетъ ей ѣдкій вкусъ, отчего и называется ѣдкимъ кали; она отличается также свойствомъ окрашивать въ синій цвѣтъ красную лакмусовую бумажку.

Ф. 4.



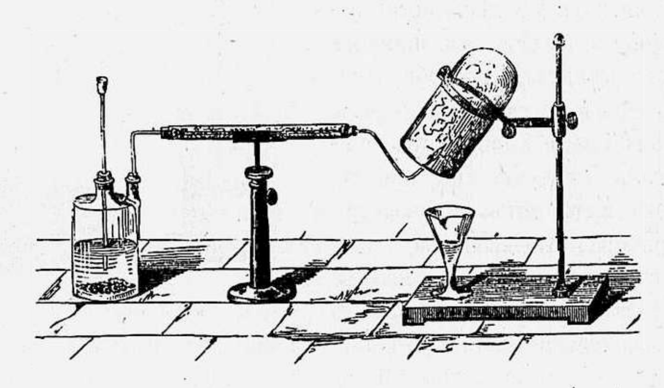
Другіе металлы, какъ напр. цинкъ и желѣзо, разлагаютъ воду только при высокой температурѣ. Фиг. 4-я изображаетъ приборъ употребляемый для разложенія воды посредствомъ раскаленнаго желѣза. Этотъ приборъ состоитъ изъ желѣзной трубки, напр. ружейнаго ствола, наполненнаго желѣзными опилками и накаливаемаго до-красна. Чрезъ трубку пропускаютъ водяной паръ. Кислородъ воды соединяется съ желѣзомъ, образуя окись, а водородъ выдѣляется въ свободномъ состояніи. Обыкновенно для добыванія водорода употребляется болѣе удобный способъ, основанный на томъ, что тѣ металлы, которые могутъ разлагать воду только при высокой температурѣ, при обыкновенной температурѣ могутъ выдѣлять водородъ изъ нѣкоторыхъ водныхъ кислотъ, напр. сѣрной и соляной. На зерненый цинкъ, находящійся въ двугорлой стклянкѣ, снабженной газоотводною трубкою (фиг. 5), наливаютъ чрезъ воронку остывшую смѣсь 1 вѣс. части сѣрной кислоты и 8 вѣс. частей воды; водородъ выдѣляется, причемъ жидкость пѣнится, его собираютъ такимъ образомъ, какъ и кислородъ. При этомъ способѣ добыванія, собирать газъ слѣдуетъ не прежде, чѣмъ онъ вытѣснитъ весь воздухъ изъ прибора; отдѣляющаяся вначалѣ смѣсь водорода и воздуха взрывается при зажиганіи ея. Въ чистотѣ водорода можно убѣдиться тѣмъ, что наполняютъ газомъ пробирку, и держа открытый конецъ книзу, приближаютъ ее къ пламени; если водородъ чистъ, то онъ сгараетъ спокойно, если же въ немъ заключается воздухъ, то происходитъ слабый взрывъ. При зажиганіи на воздухѣ водородъ горитъ слабымъ синеватымъ пламенемъ, окисляясь при этомъ въ воду. Пламя его почти вовсе не свѣтитъ, но обладаетъ весьма высокою температурою. Легко убѣдиться опытомъ, что водородъ при сгараніи на воздухѣ окисляется въ воду. Для этого надъ зажженнымъ водородомъ выходящимъ изъ тонкой трубки, держатъ сухой стаканъ или стеклянный колоколъ, (фиг. 6). Внутреннія стѣнки сосуда вскорѣ начинаютъ покрываться мелкими каплями, которыя, собираясь мало по малу въ болѣе крупныя капли, стекаютъ по стѣнкамъ. Если собрать эти капли, то окажется, что это чистая вода. Такъ какъ водородъ въ 14,47 разъ легче воздуха, то онъ весьма быстро выходитъ изъ сосуда обращеннаго открытою стороною кверху; если надъ этимъ сосудомъ держать дру-

Ф. 5.



гой обращенный открытою стороною книзу, то водородъ перейдетъ изъ перваго сосуда во второй. Если къ цилиндру, наполненному водородомъ и обращенному отверзтіемъ книзу, поднести свѣчу, то водородъ загорается въ устьѣ цилиндра, т. е. тамъ, гдѣ кислородъ имѣетъ къ нему свободный доступъ. Но внутри цилиндра свѣча гаснетъ, такъ какъ при этихъ условіяхъ водородъ не можетъ соединяться съ углеродомъ; при выниманіи свѣчи изъ цилиндра, она снова загорается отъ пламени водорода. Если выпарить жидкость, оставшуюся въ стклянкѣ послѣ добыванія водорода, то остается бѣлая соль, называемая сѣрноцинковою солью. Сѣрная кислота есть соединеніе сѣры, кислорода и водорода.

Ф. 6.



Въ прикосновеніи съ цинкомъ, изъ нея выдѣляется водородъ и металлъ становится на его мѣсто; эта реакція выражается слѣдующимъ уравненіемъ:

$$H^2SO^4 + Zn = Zn\,SO^4 + H^2.$$

Сѣрная к. состоитъ изъ:		Сѣрноцинковая соль изъ:
Сѣры	$32 = S.$	$S = 32.$
Кислорода	$64 = O^4.$	$O^4 = 64.$
Водорода	$2 = H^2.$	$Zn = 65{,}2.$
	$98 = SO^4H^2.$	$161{,}2 = SO^4Zn.$

Слѣдовательно 65,2 вѣс. части цинка требуютъ 98 вѣса части сѣрной кислоты и при реакціи даютъ 2 вѣса части сѣрноцинковой соли. Крѣпкая сѣрная кислота не дѣйствуетъ на цинкъ потому, что сѣрноцинковая соль

въ ней нерастворима. Въ водѣ же, которою разбавляютъ сѣрную кислоту, эта соль легко растворяется и поверхность цинка остается чистою, открытою дальнѣйшему дѣйствію на него кислоты.

---

3. Физическія свойства газовъ.

Выше мы видѣли, что легко вычислить, сколько получится кислорода или водорода изъ даннаго количества хлорноватокаліевой соли или цинка, и на оборотъ, какое количество этихъ соединеній слѣдуетъ употребить, чтобы получить требуемое вѣсовое количество того или другаго газа. Но газы рѣдко опредѣляются на вѣсъ; почти всегда они измѣряются по объемамъ. Поэтому, прежде чѣмъ мы перейдемъ къ описанію соединеній водорода съ кислородомъ, слѣдуетъ описать способы, которыми производится это измѣреніе. Для этого необходимо ближе познакомиться съ нѣкоторыми физическими свойствами газовъ.

Расширенія газовъ отъ теплоты.

Всѣ тѣла при нагрѣваніи расширяются; это расширеніе, при одинаковомъ возвышеніи температуры, въ твердыхъ тѣлахъ меньше чѣмъ въ жидкостяхъ; но для различныхъ веществъ оно весьма не одинообразно. Газы расширяются сильнѣе твердыхъ и жидкихъ тѣлъ и расширеніе ихъ однообразно и равномѣрно. Тщательными опытами опредѣлено, что увеличеніе объема для всякаго газа при повышеніи температуры на 1 градусъ (стоградуснаго термометра) равняется $\frac{1}{273}$ объема газа при 0°. Положимъ, что при 0° занимаетъ 273 какихъ-либо единицъ объема:

при 1°	онъ займетъ	такихъ	единицъ	объема	274
при 2°	»	»	»	»	275
при 3°	»	»	»	»	276
при t°	»	»	»	»	273 + t.

Или единица объема при 0° занимаетъ $1\frac{1}{273}$, или 1,003665 при 1°. Дробь $\frac{1}{273}$ или 0,003665 называется коэффиціентомъ расширенія газовъ.

*

Поэтому, если желаютъ узнать какъ перемѣнится объемъ 1,000 кубическихъ сантиметровъ (означаютъ СС отъ словъ centimetre cube) водорода при 0°, если температура повысится до 20°, то слѣдуетъ припомнить, что 273 объема при 0° росширяется при нагрѣваніи до 20° до 293 объемовъ; слѣд. 1,000 СС при 0° займутъ при 20° объемъ равный $\frac{1000.293}{273}$ = 1073,2... Если наоборотъ желаютъ знать, какъ уменьшится объемъ 1,000 СС при 20°, если температура понизится до 0°, то слѣдуетъ припомнить, что объемы измѣнятся въ отношеніи 293 : 273. Слѣд. 1,000 СС займутъ объемъ равный $\frac{1000 \times 273}{293}$ СС. Если газъ измѣренъ при 20°, и желаютъ знать, какой объемъ займетъ онъ при 50°, то слѣдуетъ измѣренный при 20° объемъ помножить на $\frac{273+50}{273+20} = \frac{323}{293}$.

Отношеніе газовъ къ давленію.

Всѣ тѣла сжимаются отъ давленія; твердыя и жидкія тѣла только весьма немного; газы сжимаются весьма сильно и если давленіе прекращается, то занимаютъ прежній объемъ. Всѣ газы равномѣрно уменьшаются въ объемѣ отъ одного и того же давленія, и зависимость объема отъ давленія выражается весьма простымъ закономъ Бойля, или Маріотта: объемъ газовъ *обратно пропорціоналенъ давленію, подъ которымъ они находятся.*

Поэтому если уменьшить вдвое давленіе на одинъ объемъ какого либо газа, то онъ займетъ два объема; при уменьшеніи давленія втрое, газъ займетъ три объема. Наоборотъ, если мы удвоимъ давленіе, то газъ займетъ половину прежняго объема. Утроивъ давленіе, мы заставимъ газъ принять только $^1/_3$ прежняго объема и т. д.

Давленіе атмосферы на поверхность земли измѣряется барометромъ. Это давленіе, среднимъ числомъ, равно давленію ртутнаго столба въ 760 мм. вышины. Но давленіе атмосферы подвергнуто постояннымъ колебаніямъ; если оно увеличивается, то ртуть въ барометрѣ поднимается, если уменьшается, то опускается. Всѣ газы существующіе на земной поверхности, подвергнуты этому давленію; объемъ ихъ, съ измѣненіемъ давленія, увеличивается или уменьшается, сообразно приведенному закону. Изъ этого слѣдуетъ, что если мы желаемъ опредѣлить объемъ водорода, получаемый изъ извѣстнаго количества цинка, то надо, измѣряя объемъ, принять въ разсчетъ не только температуру, но и давленіе. Чтобы объемы различныхъ газовъ могли быть сравниваемы, они (объемы) должны быть приведены къ одной температурѣ и къ одному давленію. Согласились принимать за нормальную температуру 0°, и за нормальное давленіе, давленіе ртутнаго столба въ 760 миллиметровъ.

Положимъ, мы желаемъ наполнить кислородомъ газометръ ёмкостью въ 10 литровъ, при температурѣ въ 15° и при 752 мм. давленія: легко вычислить, сколько надо взять хлорноватокаліевой соли. Мы знаемъ, что 122,6 вѣс. част. бертолетовой соли даютъ 48 вѣсовыхъ частей кислорода, и что одинъ литръ кислорода вѣситъ при нормальномъ давленіи и при нормальной температурѣ 1,4928 грамма. Требуется, слѣдовательно, узнать, сколько вѣсятъ 10 литровъ кислорода при 15° и при 752 мм. давленія.

Объемъ въ 10 литровъ, опредѣленный при 0° и 760 мм., дастъ при 15° и 752 мм. объемъ въ $\frac{10.760\ (273+15)}{752.273}$ = 10,661 литровъ.

Такъ-какъ 10 литровъ при 0° и 760 мм. вѣсятъ 14,298 граммъ, то при 15° и 752 теп. они будутъ вѣсить $\frac{14,298.10}{10,661}$=13,441 грам.

Для того чтобы получить 13,441 грамму кислорода, надо взять $\frac{122,6.13,411}{48}$ = 34,254 грамма хлорноватокаліевой соли.

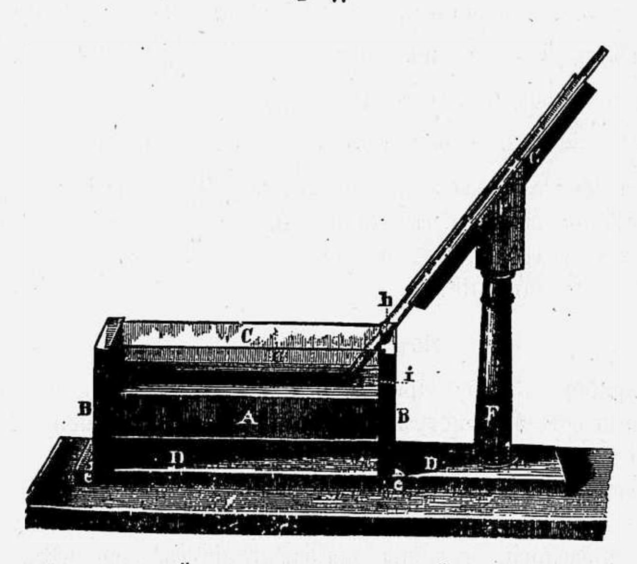
Такимъ же точно образомъ можно вычислить, сколько требуется цинка и сѣрной кислоты, чтобы наполнить воздушный шаръ, ёмкостью во 150 куб. метровъ, если температура 11°, а барометръ показываетъ 763 мм. давленія.

Измѣреніе газовъ.

Изъ приборовъ для опредѣленія объема газовъ и ихъ состава, главнѣйшій есть эвдіометръ. Онъ состоитъ изъ длинной стеклянной трубки, съ одной стороны закрытой, и точно раздѣленной на миллиметры (фиг. 7). Объемъ, соотвѣтствующій каждому дѣленію, опредѣляется изъ опыта. Въ верхній закрытый конецъ впаяны двѣ платиновыя проволоки, служащія для зажиганія газовой смѣси посредствомъ электрическихъ искръ. При употребленіи, эта трубка наполняется ртутью и опускается открытымъ концомъ въ ртутную ванну. Въ трубку впускаютъ посредствомъ газоотводной трубки тотъ газъ, который желаютъ анализировать. По дѣленіямъ отчитываютъ объемъ, занимаемый газомъ, и замѣчаютъ температуру и давленіе, чтобы имѣть возможность привести этотъ объемъ къ нормальной температурѣ и нормальному давленію. Температуру замѣчаютъ по точному

термометру, помѣщенному вблизи эвдіометра, и замѣчаютъ не ранѣе, какъ онъ успѣетъ принять температуру окружающаго пространства. Чтобы опредѣлить давленіе, подъ которымъ газъ находится, надо знать высоту барометра и высоту ртутнаго столба въ эвдіометрѣ надъ поверхностью ртути въ ваннѣ Всѣ отчитыванія должны быть произведены издали, посредствомъ зрительной трубы, чтобы по возможности отстранить вліяніе теплоты собственнаго тѣла. Если газъ занимаетъ въ эвдіометрѣ, напр., объемъ въ 50 дѣленій, и если при этомъ температура 10°, высота ртути въ барометрѣ 750 мм, а высота ртути въ трубкѣ 430 мм., то давленіе, подъ которымъ газъ находится, выразится высотою ртутнаго столба въ $750 - 430 = 320$ мм. Объемъ газа при нормальной температурѣ и при нормальномъ давленіи будетъ $\frac{50 \cdot 320 \cdot 273}{760(273+10)} = 20{,}31$ дѣленій эвдіометра.

Ф 7.



Этимъ закономъ слѣдуютъ не только всѣ газы, но и пары, если только температура и давленіе не приближаются къ той своей величинѣ, при которой паръ даннаго тѣла начинаетъ сгущаться въ жидкость. Подробности объ газовомъ анализѣ будутъ сообщены при дальнѣйшемъ описаніи тѣлъ.

Диффузія газовъ.

Если помѣстить вмѣстѣ два или нѣсколько газовъ не дѣйствующихъ химически другъ на друга, то по прошествіи короткаго времени они вполнѣ смѣшиваются между собою. Если пропускать, напр., углекислый газъ, который въ 22 раза тяжелѣе водорода, на дно сосуда, заключающаго въ себѣ водородъ, то по прошествіи нѣкотораго времени оба эти газа смѣшиваются между собою, такъ что проба, взятая со дна сосуда, содержитъ столько же водорода и углекислоты, какъ проба взятая изъ верхней его части. Это свойство называютъ диффузіею газовъ. Различные газы диффундируютъ не съ одинаковою скоростью. Такъ, въ одно и то же время, изъ сосуда обращеннаго отверзтіемъ кверху, водорода выходитъ 94,5 проц., тогда какъ углекислоты только 47 процентовъ.

Для изслѣдованія диффузіи, употребляютъ стеклянныя трубки, закрытыя съ одного конца тонкою пластинкою съ весьма мелкими порами; этому требованію отвѣчаютъ лучше всего пластинки гипса или графита. Если наполнить подобную трубку водородомъ надъ пневматическою ванною, прикрывъ во время наполненія, для предупрежденія диффузіи, графитовую пластинку хорошо пришлифованною стеклянною, и если по окончаніи наполненія отнять ее, то вода начинаетъ въ трубкѣ подниматься, какъ въ пустое пространство. Это происходитъ оттого, что водородъ диффундируетъ въ воздухъ скорѣе, чѣмъ воздухъ можетъ проникнуть чрезъ пористую пластинку. Если изслѣдовать газъ въ трубкѣ послѣ того, какъ вода перестала въ ней подыматься, то окажется, что онъ состоитъ только изъ воздуха.

Скорость диффузіи газовъ зависитъ отъ ихъ плотности и слѣдуетъ закону: *скорости диффузіи газовъ относятся обратно пропорціонально квадратнымъ корнямъ изъ ихъ плотностей.*

Напримѣръ, въ опредѣленное время водорода пройдетъ чрезъ пористую пластинку 4 объема, а кислорода одинъ объемъ, такъ-какъ послѣдній газъ въ 16 разъ тяжелѣе перваго.

Это свойство газовъ имѣетъ огромное значеніе. Главнымъ образомъ по причинѣ этого свойства въ городахъ и жилищахъ воздухъ постоянно возобновляется.

Окислы водорода.

Окись водорода или вода H^2O; вѣсъ частицы 18; плотность 9; двуокись водорода или перекись водорода H^2O^2; вѣсъ частицы 34.

Вода или окись водорода, H^2O, образуется прямымъ соединеніемъ водорода съ кислородомъ при сгараніи водорода на воздухѣ. Составъ воды опредѣленъ Кавендишемъ въ 1781 году; онъ нашелъ,

что вода образуется изъ соединенія двухъ объемовъ водорода съ однимъ объемомъ кислорода. Для этого онъ употреблялъ слѣдующій приборъ (Фиг. 8). Онъ помѣщалъ два объема водорода и одинъ объемъ кислорода въ стеклянный колоколъ съ дѣленіями; изъ него онъ впускалъ смѣсь посредствомъ крановъ въ верхній толстостѣнный стеклянный сосудъ, изъ котораго воздухъ былъ выкачанъ; по наполненіи газомъ, сосудъ былъ взвѣшенъ. Посредствомъ вставленныхъ въ него двухъ платиновыхъ проволокъ, онъ пропускалъ чрезъ смѣсь газовъ электрическія искры. Газы со взрывомъ соединялись, и стѣнки сосуда покрывались сыростью. При вторичномъ взвѣшиваніи сосуда оказалось, что вѣсъ его не измѣнился. Когда же краны были открыты надъ водою, то весь сосудъ наполнялся водою, что служило доказательствомъ, что газы вполнѣ соединились и образовали воду. Такимъ образомъ было узнано, что при соединеніи одного объема кислорода съ двумя объемами водорода образуется вода, вѣсъ которой равенъ вѣсу газовъ, изъ которыхъ вода образовалась. Послѣ того времени опредѣляли много разъ составъ воды по лучшимъ методамъ, и получали тѣ же результаты, какъ и Кавендишъ. Самая точная метода состоитъ въ видоизмѣненіи способа Кавендиша и основывается на употребленіи эвдіометра. Водородъ впускаютъ въ наполненный ртутью эвдіометръ и опредѣляютъ объемъ впущеннаго газа съ соблюденіемъ всѣхъ описанныхъ предосторожностей. Положимъ, было впущено 100 объемовъ водорода. Въ тотъ же эвдіометръ впускаютъ кислородъ, объемъ котораго, положимъ, равенъ 75-ти дѣленіямъ. Объёмъ всей газовой смѣси не долженъ занимать болѣе половины всего эвдіометра, такъ-какъ при соединеніи газовъ развивается много теплоты и газы сильно расширяются. Затѣмъ открытый конецъ эвдіометра прижимаютъ къ каучуковой пластинкѣ, находящейся подъ ртутью въ ваннѣ, и пропускаютъ чрезъ газовую смѣсь электрическую искру. Соединеніе газовъ тотчасъ происходитъ и внутренняя поверхность стѣнокъ эвдіометра покрывается каплями воды, которая занимаетъ

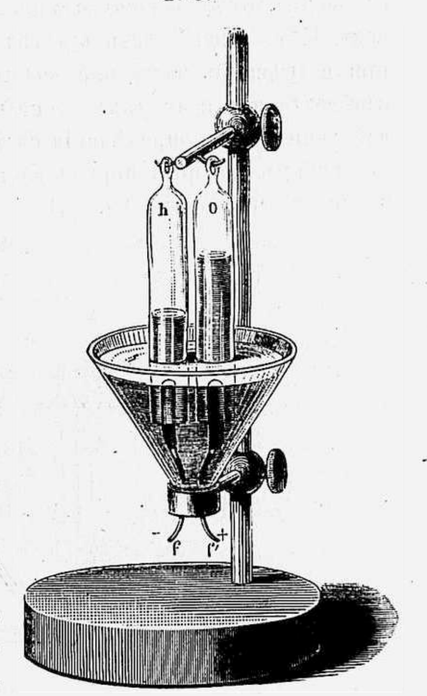
Ф. 8.

только $\frac{1}{2000}$ объема взятыхъ газовъ. По этому ртуть входитъ въ эвдіометръ, какъ только его нижній конецъ будетъ удаленъ отъ каучуковой пластинки. За тѣмъ опредѣляютъ объемъ оставшагося газа, котораго въ нашемъ опытѣ осталось бы 25 дѣленій; газъ этотъ—чистый кислородъ, что легко доказать.

Слѣдовательно, 100 объемовъ водорода соединились съ 50 объемами кислорода. Если окружить эвдіометръ стекляннымъ сосудомъ, чрезъ который пропускать паръ, то вода, образовавшаяся въ эвдіометрѣ, также вполнѣ превратится, подъ нѣсколько уменьшеннымъ давленіемъ, въ пары, объемъ которыхъ займетъ 100 дѣленій. Слѣдовательно, два объема водянаго пара содержатъ два объема водорода и одинъ объемъ кислорода; плотность водянаго пара, отнесенная къ водороду, какъ къ единицѣ плотности, слѣдовательно будетъ $\frac{16+2}{2} = 9$.

Если пропускать чрезъ воду гальваническій токъ, то она разлагается на свои составныя части, и этимъ аналитическимъ способомъ легко доказать составъ воды. Для этой цѣли берутъ стеклянный сосудъ (Фиг. 9) и наполняютъ его водою, слабо подкисленною сѣрною кислотою, чтобы вода легче проводила электричество. На дно сосуда вставлена каучуковая пробка, чрезъ которую проходятъ двѣ платиновыя проволоки съ прикрѣпленными къ нимъ небольшими платиновыми пластинками. Каждую изъ этихъ пластинокъ покрываютъ обращенною отверзтіемъ книзу пробиркою, наполненною водою; пробирки берутся повозможности равнаго діаметра и равной ёмкости. Платиновыя проволоки соединяются съ гальваническою батареею изъ 4-хъ бунзеновскихъ элементовъ. На обѣихъ пластинкахъ начи-

Ф. 9.



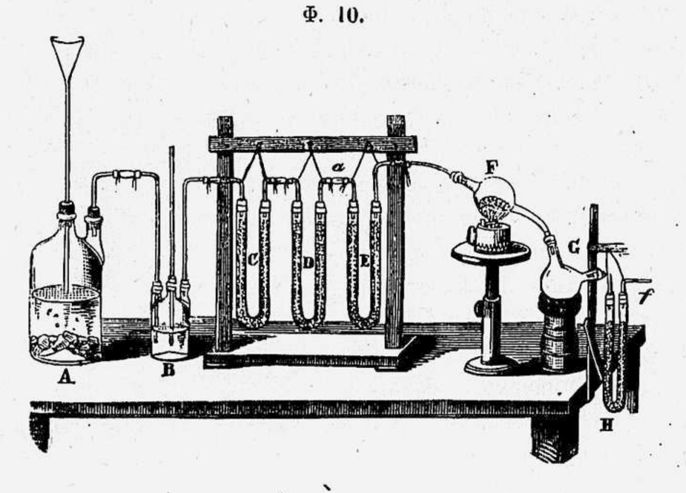
нается отдѣленіе газа. На пластинкѣ соединенной съ цинкомъ батареи, выдѣляется газа вдвое болѣе, чѣмъ на пластинкѣ соединенной съ углемъ. На первой выдѣляется водородъ, а на угольной пластинкѣ кислородъ. Если производить подобное разложеніе воды гальваническимъ токомъ въ сосудѣ съ газоотводною трубкою, то можно получить смѣсь двухъ газовъ. Эта смѣсь весьма сильно взрывается въ прикосновеніи съ горящимъ тѣломъ. Чтобы безопасно произвести этотъ опытъ, наполняютъ кувшинъ изъ-подъ содовой воды упомянутою смѣсью газовъ, которая называется *гремучимъ газомъ*, и зажигаютъ ее: взрывъ происходитъ наподобіе пистолетнаго выстрѣла, потому что водяной паръ отъ теплоты быстро и сильно расширяется.

Такъ-какъ кислородъ въ 16 разъ тяжелѣе водорода, и объемы соединяющихся газовъ относятся какъ 1 : 2, то изъ этого слѣдуетъ, что 16 вѣсовыхъ частей кислорода соединяются для образованія воды съ 2-мя вѣсовыми частями водорода.

Это отношеніе можно подтвердить взвѣшиваніемъ. Для этого дѣлаютъ слѣдующій опытъ, пользуясь свойствомъ окиси мѣди, которая одна при накаливаніи не выдѣляетъ кислорода, но въ прикосновеніи съ водородомъ *возстановляется* въ металлическую мѣдь, образуя воду. Если теперь взять опредѣленный вѣсъ окиси мѣди, пропустить при нагрѣваніи надъ ней водорода, собрать образовавшуюся воду, взвѣсить какъ воду, такъ и оставшуюся мѣдь, то мы будемъ имѣть всѣ данныя для опредѣленія состава воды по вѣсу.

Приборъ, который первоначально служилъ для этого синтеза воды, представленъ на фиг. 10-й. Водородъ пропускаютъ сначала чрезъ нѣ-

Ф. 10.



сколько изогнутыхъ трубокъ (C, D, E), которыя служатъ для удержанія постороннихъ газовъ и для отнятія отъ него сырости. Чтобъ быть совершенно увѣреннымъ, что газъ совершенно сухъ, прибавляется трубка E съ веществомъ жадно поглощающимъ водяной паръ. Эта трубка взвѣшивается передъ опытомъ и послѣ него, и если вѣсъ ея не перемѣнился, то можно быть увѣреннымъ, что водородъ былъ совершенно высушенъ въ предъидущихъ трубкахъ. Совершенно чистый газъ приходитъ въ прикосновеніе съ нагрѣваемою въ стеклянномъ шарѣ F чистою окисью мѣди; при этомъ образуется вода, которая сгущается въ пріемникѣ G. Слѣды влажности задерживаются трубкою H, наполненною кусками пемзы, смоченной крѣпкою сѣрною кислотою.

Каждая отдѣльная часть прибора тщательно взвѣшивается до и послѣ опыта. Разность въ вѣсѣ шара F покажетъ вѣсъ кислорода, который пошелъ на образованіе воды. Вѣсъ послѣдней узнается чрезъ взвѣшиваніе G и H. Изъ цѣлаго ряда тщательнымъ образомъ произведенныхъ опытовъ оказывается, что 100 вѣс. частей воды содержатъ 88,88 вѣс. частей кислорода и 11,12 вѣс. частей водорода.

Хотя пламя, получаемое при соединеніи водорода съ кислородомъ свѣтитъ весьма слабо, однако температура его весьма высока. Еще большій жаръ получается, если водородъ сжигать въ чистомъ кислородѣ. Такъ называемое *пламя гремучаго газа* получается, если кислородъ и водородъ, выходящіе изъ двухъ отдѣльныхъ резервуаровъ (напр. большихъ каучуковыхъ мѣшковъ), зажигать въ точкѣ ихъ встрѣчи. Температура этого пламени такъ велика, что въ немъ плавятся такіе трудноплавкіе металлы, какъ платина. Желѣзная проволока сгараетъ, разсыпая яркія искры. Кусокъ мѣла, накаленный въ этомъ пламени, издаетъ въ высшей степени сильный свѣтъ, которымъ пользуются для сигналовъ и для искусственнаго освѣщенія (друммондовъ свѣтъ).

Вода находится въ природѣ въ трехъ различныхъ состояніяхъ: въ твердомъ—въ видѣ льда, въ жидкомъ—въ видѣ воды, и въ газообразномъ, въ видѣ водянаго пара. Температура, при которой вода замерзаетъ, постоянна и та же самая, при которой ледъ таетъ: это 0° по стоградусному термометру. При температурѣ выше 0° ледъ существовать не можетъ; но вода, при извѣстныхъ условіяхъ, можетъ быть охлаждена значительно ниже 0°. При переходѣ изъ твердаго состоянія въ жидкое, вода претерпѣваетъ уменьшенія объема, наоборотъ, при замерзаніи она расширяется. Одинъ объемъ воды при

0° даетъ 1,099 объемовъ льда при той же температурѣ. Почти непреодолимая сила этого расширенія выказывается въ распаденіи камней и скалъ зимою. Вода проникаетъ въ ихъ щели и, расширяясь при замерзаніи, производитъ трещины; частое повтореніе этого процесса имѣетъ слѣдствіемъ распаденіе въ мелкіе куски большихъ скалъ. Если наполнить бомбу водой и отверзтіе закрыть плотно входящимъ винтомъ, то при охлажденіи ниже 0°, бомба трескается.

Когда вода переходитъ изъ твердаго состоянія въ жидкое, то, кромѣ уменьшенія въ объемѣ, она обнаруживаетъ другое весьма замѣчательное явленіе: поглощеніе теплоты. Слѣдующій опытъ ясно это показываетъ. Если смѣшать килограммъ воды при 79°, то получается 2 килограмма воды, температура которыхъ средняя и равна 39,5°. Если же смѣшать килограммъ льда при 0°, съ килограммомъ воды при 79°, то ледъ таетъ и получается 2 килограмма воды, температура которыхъ равна 0°. Теплота нагрѣтой воды дѣлается скрытою для термометра; она употребляется на то, чтобы расплавить ледъ, перевести воду изъ твердаго состоянія въ жидкое. Слѣдовательно, чтобы ледъ при 0° превратить въ воду, потребно извѣстное количество теплоты, которое равняется теплотѣ необходимой для нагрѣванія того же вѣса воды отъ 0° до 79°. Поэтому говорятъ, что скрытая теплота воды равна 79-ти единицамъ теплоты; единицею теплоты называютъ такое количество послѣдней, какое необходимо для нагрѣванія одной вѣсовой единицы ея на 1°. Когда вода замерзаетъ, то скрытая теплота опять освобождается; поэтому если воду подвергнуть температурѣ ниже 0°; то пока еще остается жидкая вода, она сохраняетъ температуру въ 0°.

Это исчезаніе теплоты при плавленіи и выдѣленіе ея при застываніи, наблюдается и при прочихъ тѣлахъ, если они переводятся изъ твердаго состоянія въ жидкое и обратно. Если весьма медленно охлаждать насыщенный въ теплотѣ растворъ глауберовой соли, то онъ долгое время остается жидкимъ; при сотрясеніи онъ быстро переходитъ въ твердое состояніе, потому что соль кристаллизуется; при этомъ можно легко на ощупь замѣтить возвышеніе температуры; термометръ же, опущенный въ охлажденный растворъ, показываетъ это весьма ясно, потому что въ моментъ застыванія ртуть въ немъ быстро поднимается. Такимъ же образомъ можно охладить, при извѣстныхъ предосторожностяхъ и воду ниже 0°, такъ что она не превратится въ ледъ; при сотрясеніи вся вода застываетъ и температура повышается до 0°.

При нагрѣваніи воды отъ 0° до 4°, происходитъ уменьшеніе объема, а при охлажденіи отъ 4° до 0°, увеличеніе его, такъ что при 4°, вода имѣетъ наибольшую плотность, т. е. опредѣленный объемъ воды вѣситъ при 4° болѣе, нежели при всякой другой температурѣ. Выше 4°. вода расширяется. Это, хотя и весьма незначительное, уклоненіе отъ закона расширенія (одинъ объемъ воды при 0° расширяется до 1,00012 объема при 4°), имѣетъ въ природѣ громадное значеніе. Безъ этого, повидимому незначительнаго свойства воды, въ Европѣ былъ бы полярный климатъ, и она была бы также необитаема, какъ и Мельвильскіе острова. Чтобы это пояснить и показать, что произошло бы, если бы вода расширялась правильно, служитъ слѣдующій опытъ. Въ цилиндръ наполненный водою, температура которой немного выше 4°, погружаютъ два термометра: одинъ на дно, а другой подъ самую поверхность воды; цилиндръ ставятъ въ пространство съ температурою ниже 0°, и наблюдаютъ показанія обоихъ термометровъ. Вначалѣ, пока температура воды не понизилась до 4°, верхній термометръ показываетъ меньшую температуру, чѣмъ нижній; затѣмъ оба показываютъ 4°, и наконецъ верхній начинаетъ показывать все меньшую и меньшую температуру, пока вода не покроется слоемъ льда, а нижній все продолжаетъ показывать 4°. Если взятый сосудъ достаточно великъ, то нижній термометръ показываетъ 4° даже и тогда, когда вода съ поверхности покрылась толстымъ слоемъ льда. То же самое явленіе происходитъ при замерзаніи рѣкъ и озеръ. Вода на поверхности ихъ зимою охлаждается, дѣлается тяжелѣе и опускается, а болѣе теплая вода подымается къ поверхности. Это происходитъ до тѣхъ поръ, пока вся масса воды не охладится до 4°. Далѣе вода охлажденная на поверхности уже не опускается книзу, потому что она легче остальной. Поэтому образованіе льда можетъ происходить только съ поверхности, между тѣмъ какъ, если бы плотность воды увеличивалась до 0°, то вся вода скоро охладилась бы до 0° и замерзла. Наши рѣки и озера промерзали бы до дна и солнечной теплоты лѣтомъ было бы недостаточно, чтобы расплавить такія массы льда; климатъ Европы былъ бы подобенъ климату полярныхъ странъ. Вода содержащаяся въ растворѣ соли, застываетъ при температурѣ ниже 0°, наибольшая плотность морской воды соотвѣтствуетъ температурѣ ниже 0°, но огромная масса воды въ океанѣ никогда не охлаждается до точки замерзанія; равнымъ образомъ и большія глубокія озера вполнѣ не замерзаютъ, потому что вся вода въ нихъ никогда не охлаждается ниже 0°.

При температурѣ выше 100°, вода при нормальномъ давленіи въ 760 миллим., можетъ существовать только въ парообразномъ состояніи. Если воду нагрѣвать, то она начинаетъ кипѣть, какъ только температура ея поднялась до 100°. Кипѣніе состоитъ въ томъ, что съ нагрѣтаго дна сосуда подымаются пузырьки водянаго пара. Это весьма легко можно наблюдать, если кипятить воду въ стеклянной колбѣ надъ газовой лампой. Когда вода переходитъ изъ жидкаго состоянія въ парообразное, то значительное количество теплоты дѣлается скрытою. Температура пара остается та же самая, какъ и температура воды, потому что притекающая теплота употребляется для превращенія жидкости въ газъ. Количество скрытой теплоты въ водяномъ парѣ можно приблизительно опредѣлить, пропуская паръ въ сосудъ заключающій 1 килограммъ воды при 0°, и опредѣляя увеличеніе вѣса воды, какъ только температура ея достигла 100°. Вся вода въ сосудѣ будетъ теперь вѣсить 1,187 килограм., т. е. 0,187 килограм. пара нагрѣлъ 1 килограммъ воды отъ 0° до 100°. 1 килограммъ пара нагрѣетъ, слѣдовательно, 5,36 килограммъ воды отъ 0° до 100°, или 536 килограммъ на 1°. Скрытую теплоту водянаго пара, слѣдовательно, составляютъ 536 единицъ теплоты.

Вода и даже ледъ на воздухѣ медленно превращаются при всякой температурѣ въ водяной паръ; они испаряются и образовавшійся паръ оказываетъ, какъ и всякій газъ, извѣстное давленіе. Это давленіе называютъ упругостью водянаго пара. Чтобы измѣрить эту упругость, помѣщаютъ нѣсколько капель воды на поверхность ртути барометрическаго ртутнаго столба. Онъ понижается и разность между нимъ и обыкновеннымъ барометромъ, покажетъ упругость водянаго пара при данной температурѣ. Чѣмъ выше температура, тѣмъ больше упругость пара; при 100° она равна 760 миллиметр., а ртуть въ барометрѣ опускается до уровня ртути во внѣшней его чашкѣ. Точка кипѣнія воды есть, слѣдовательно, температура, при которой упругость водянаго пара равна давленію воздуха. Чѣмъ выше мы будемъ подниматься надъ уровнемъ моря, тѣмъ менѣе будетъ давленіе и тѣмъ ниже будетъ температура кипѣнія воды. На сплошной возвышенности Квито, лежащей на высотѣ 2914 метровъ надъ поверхностью моря, барометръ среднимъ числомъ показываетъ 523 милиметра, и вода кипитъ при 90,1°, т. е. при этой температурѣ упругость водянаго пара преодолѣваетъ давленіе воздуха. Изъ этого видно, что опредѣленіе температуры кипѣнія воды можетъ служить для показанія высоты мѣста, и дѣйствительно, съ этою цѣлію былъ устроенъ особый инструментъ, въ которомъ можно было легко опредѣлять температуру кипѣнія воды. Зависимость точки кипѣнія отъ давленія обнаруживается весьма ясно, если вскипятить воду въ колбѣ съ краномъ въ шейкѣ и закрыть кранъ, когда паръ вытѣснитъ весь воздухъ. Если колбу болѣе не нагрѣвать, то кипѣніе прекращается; но если ее погрузить въ холодную воду, то оно снова начинается съ большею силою, потому что отъ сгущенія пара вслѣдствіе охлажденія, давленіе уменьшается. Вода еще не успѣваетъ охладиться, упругость же пара при высокихъ температурахъ воды еще довольно значительна, а давленіе въ той части прибора, которая наполнена парами отъ ихъ сгущенія очень незначительна, поэтому пары и выдѣляются.

Всѣ тѣла, кипящія безъ разложенія, обнаруживаютъ тѣ же явленія; но такъ-какъ упругость пара ихъ весьма различна, то они и обладаютъ различными температурами кипѣнія.

Если нагрѣвать паръ, то онъ расширяется подобно газамъ; но при нагрѣваніи его въ присутствіи воды въ закрытомъ сосудѣ, упругость его увеличивается въ гораздо сильнѣйшей пропорціи, чѣмъ температура. Слѣдующая таблица содержитъ числа, показывающія упругость пара при различныхъ температурахъ, опредѣленныхъ по воздушному термометру.

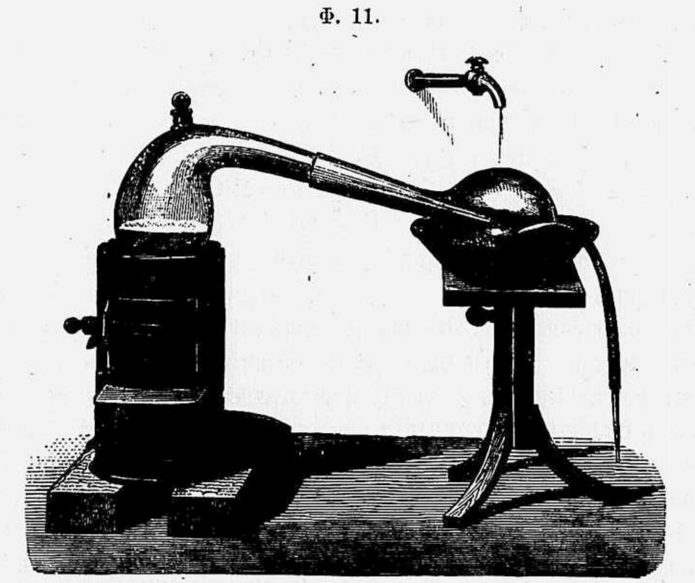
Температура.	Упругость въ миллиметрахъ ртутнаго столба.	Температура.	Упругость выраженная въ атмосферахъ 1 атмосф.=760 мм. давленія ртутнаго столба.
— 20	0,927	100	1
— 10	2.093	111,7	1,5
0	4,600	120,6	2
+ 5	6,534	127,8	2,5
10	9,165	133,9	3
15	12,699	144,0	4
20	17,391	159,2	6
30	31,548	170,7	8
40	54,906	180,3	10
50	91,982	213,0	20
60	148,791		
70	233,093		
80	354,280		
90	525,450		
100	760,000		

При опредѣленіи точки кипѣнія какой либо жидкости, слѣдуетъ принимать въ разсчетъ показаніе барометра, и если это показаніе разнится отъ 760 мм., то слѣдуетъ вычислить, при какой температурѣ кипѣла бы жидкость, находясь подъ нормальнымъ давленіемъ. Равнымъ образомъ, слѣдуетъ сообразоваться съ показаніемъ барометра, и при раздѣленіи термометра на градусы. Извѣстно, что точка замерзанія 0° опредѣляется погруженіемъ термометрической трубки въ тающій ледъ. Нахожденіе же точки соотвѣтствующей 100°, опредѣляется погруженіемъ термометра въ пары кипящей воды. Если давленіе при этомъ нормальное, то вода дѣйствительно кипитъ при 100°; если же оно разнится отъ нормальнаго, то вода кипитъ нѣсколько выше или ниже 100°, и тогда слѣдуетъ сдѣлать поправку, чтобы термометръ вышелъ вѣрнымъ. При измѣреніи газовъ, тоже слѣдуетъ принимать въ разсчетъ, сухи они или влажны, и въ послѣднемъ случаѣ вычитать упругость водянаго пара, соотвѣтствующую данной температурѣ изъ давленія, подъ которымъ газъ находится.

Въ небольшихъ количествахъ, вода и ледъ кажутся безцвѣтными; въ болѣе же значительныхъ массахъ они принимаютъ синеватый оттѣнокъ, что весьма хорошо можно наблюдать на альпійскихъ озерахъ и глетчерахъ. Синеватый цвѣтъ воды часто скрадывается другимъ веществомъ, растворенннымъ въ водѣ, или механически въ ней взмученнымъ. Рѣчная и ключевая вода содержитъ постоянно нѣкоторое количество твердыхъ веществъ, растворенныхъ ею изъ почвы. Такъ, какъ эти твердыя вещества не улетучиваются вмѣстѣ съ водяными парами, то такую воду очищаютъ перегонкою, т. е. ее превращаютъ въ ретортѣ въ паръ, который сгущаютъ въ охлажденномъ пріемникѣ. Приборъ, который употребляется химиками для добыванія въ маломъ количествѣ перегнанной воды, изображенъ на фиг. 11-й. Чтобы удалить изъ воды твердыя тѣла, находящіяся въ ней въ видѣ мути, ее процѣживаютъ чрезъ пропускную бумагу, песокъ и т. п. Въ природѣ самая чистая вода есть дождевая. Но также и дождь, особенно при началѣ его, содержитъ различныя примѣси, происходящія отъ пыли въ воздухѣ и т. п.; въ прикосновеніи съ землею дождевая вода принимаетъ различныя растворимыя вещества изъ почвы, смотря по ея свойствамъ. Вся прѣсная вода, находящаяся на нашей планетѣ, происходитъ изъ морской воды; послѣдняя испаряется и сгущенный водяной паръ падаетъ на землю въ видѣ дождя или снѣга. Рѣками эта вода опять приносится въ море, изъ котораго снова, испареніемъ

и сгущеніемъ въ видѣ дождя или снѣга, возвращается землѣ и устьямъ рѣкъ.

Ф. 11.



Вода весьма часто употребляется въ химическихъ работахъ, какъ растворяющее средство, потому что весьма большое число химическихъ соединеній въ ней растворимы. Испареніемъ растворовъ, твердыя тѣла выдѣляются часто въ видѣ кристалловъ. Нерѣдко бываетъ, что въ холодной водѣ тѣло растворимо менѣе, чѣмъ въ горячей, и потому при охлажденіи насыщеннаго въ теплотѣ раствора, выдѣляются хорошо образованные кристаллы этого тѣла. Многіе изъ кристалловъ содержатъ въ своемъ составѣ химически съ ними соединенную воду. При нагрѣваніи она выдѣляется, и кристаллы распадаются въ порошокъ.

Многіе газы также растворимы въ водѣ. Количество растворенннаго газа, смотря по его натурѣ, бываетъ весьма различно, но зависитъ главнымъ образомъ отъ температуры и давленія.

Вода, находящаяся въ прикосновеніи съ воздухомъ, растворяетъ нѣкоторое количество его, и процессъ дыханія рыбъ основывается на томъ, что онѣ воспринимаютъ жабрами растворенный въ водѣ воздухъ.

Двуокись водорода (перекись водорода, H^2O^2). Вода соединяется еще со вторымъ паемъ кислорода, образуя перекись H^2O^2. Если

пропустить двуокись углерода (углекислоту) въ воду, съ размѣшанною въ ней двуокисью барія, то образуется углебаріевая соль, нерастворимая въ водѣ, и двуокись водорода:

$$BaO^2 + H^2O + CO^2 = BaCO^3 + H^2O^2.$$

Это соединеніе образуется также, если прибавлять перекись барія къ охлажденной соляной кислотѣ.

$$BaCl^2 = \begin{array}{c|l} Cl & H \\ Cl & H = H^2O^2. \\ Ba & O^2 \end{array}$$

Образуются хлористый барій и двуокись водорода. Полученный водный растворъ двуокиси водорода можно сгустить подъ колоколомъ воздушнаго насоса, но совершенно выдѣлить изъ него воду нельзя. Такимъ образомъ получается густая безцвѣтная жидкость, которая уже при 20° начинаетъ медленно разлагаться на воду и кислородъ; при болѣе сильномъ нагрѣваніи, кислородъ выдѣляется въ большомъ количествѣ, сильно вспѣнивая жидкость. Водяной растворъ двуокиси водорода тѣмъ постояннѣе, чѣмъ онъ слабѣе. Такъ-какъ это соединеніе столь легко выдѣляетъ кислородъ, то оно оказываетъ сильно окисляющее дѣйствіе: разрушаетъ кожу и бѣлитъ окрашивающія вещества растительнаго происхожденія. Весьма замѣчательное разложеніе происходитъ при прикосновеніи двуокиси водорода съ озономъ: образуется вода и выдѣляется обыкновенный кислородъ. Окись серебра возстановляется этимъ соединеніемъ въ металлическое серебро, причемъ образуется вода, а кислородъ освобождается. Объясненіе этихъ замѣчательныхъ реакцій будетъ приведено впослѣдствіи.

---

4. Азотъ или нитрогенъ.

Пропорціональное число 14 = N. Плотность = 14.

Безцвѣтный газъ, безъ вкуса и запаха, съ удѣльнымъ вѣсомъ 0,972; до сихъ поръ не могъ быть сгущенъ въ жидкость. Азотъ въ свободномъ состояніи находится въ атмосферѣ, занимая $^4/_5$ всего ея объема. Въ составѣ химическихъ соединеній азотъ находится въ животныхъ и растительныхъ веществахъ, также и въ царствѣ минеральномъ; напримѣръ, онъ входитъ въ составъ селитры (nitrum, откуда и названіе нитрогенъ). Для добыванія азота, изъ воздуха выдѣляютъ кислородъ. Напримѣръ, сжигаютъ фосфоръ подъ стеклянным, наполненнымъ воздухомъ, колоколомъ, открытый конецъ котораго немного опущенъ въ воду. По зажженіи фосфора, колоколъ наполняется бѣлыми парами пятиокиси фосфора, которые вскорѣ растворяются въ водѣ; вода поднимается въ колоколъ и занимаетъ $^1/_5$ часть объема воздуха, бывшаго въ колоколѣ; эта часть состояла, слѣдовательно, изъ кислорода. Если пропускать воздухъ надъ металлическою мѣдью накаленною въ фарфоровой трубкѣ, то образуется окись мѣди и чистый азотъ. Далѣе азотъ можно добыть разложеніемъ нѣкоторыхъ его соединеній, такимъ образомъ азотистоамміачная соль при нагрѣваніи распадается на азотъ и воду:

$$NH^4NO^2 = N^2 + 2H^2O.$$

Свободный азотъ съ трудомъ входитъ въ соединеніе съ другими тѣлами; онъ не горючъ и горящая свѣча въ немъ гаснетъ; онъ не поддерживаетъ дыханія, хотя и не ядовитъ, но потому что для дыханія необходимъ кислородъ; Лавуазье назвалъ его по этому *азотъ* (отъ α отрицаніе и ζωτικός, поддерживающій жизнь). Безразличный характеръ азота въ свободномъ видѣ въ отношеніи къ другимъ элементамъ не повторяется въ его соединеніяхъ, послѣднія напротивъ отличаются по многимъ выдающимся свойствамъ.

Атмосфера.

Атмосфера, состоящая изъ слоя газообразныхъ тѣлъ, окружающихъ нашу планету, образуетъ какъ бы воздушное море на днѣ котораго мы живемъ. Присутствіе ея часто ощущается нами, или изъ сопротивленія, которое мы чувствуемъ при быстромъ движеніи, или въ видѣ вѣтра, когда сама атмосфера находится въ движеніи. Давленіе ея на поверхность земли измѣряется барометромъ, высота котораго на уровнѣ моря вообще равна 760 мм. Вѣсъ кубическаго сантиметра ртути равенъ 13,596 грамма, слѣдовательно давленіе воздуха на 1 квадратный сантиметръ = 13,596 × 76 = 1033,3 гр. = 1,0333 килограмма. Человѣческое тѣло, поэтому, выдерживаетъ давленіе атмосферы въ нѣсколько пудовъ. Оно нечувствительно, потому что одинаково сильно дѣйствуетъ со всѣхъ сторонъ, но въ томъ, что оно существуетъ, можно убѣдиться держа руку у отверстія воздушнаго нососа и выкачивая изъ него воздухъ. Воздухъ упругъ и имѣетъ нѣкоторую тяжесть, отсюда слѣдуетъ, что лежащіе внизу слои атмосферы должны быть тяжелѣе верхнихъ; чѣмъ выше отъ поверх-

*

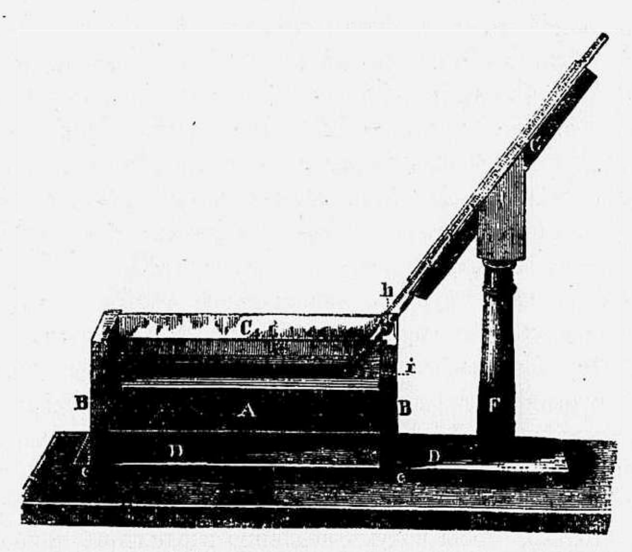
ности земли, тѣмъ рѣже воздухъ и тѣмъ менѣе давленіе, такъ что на высотѣ 10-ти миль воздухъ такъ рѣдокъ, что тутъ можно принять границу атмосферы. Если бы весь воздухъ былъ одинаковой плотности, то высота атмосферы простиралась бы до 8,000 метровъ. Литръ сухаго воздуха вѣситъ при 0° и 760 мм. давленія 1,2932 грамма.

Атмосферный воздухъ состоитъ главнымъ образомъ изъ азота и кислорода, и хотя они постоянно встрѣчаются въ одномъ и томъ же отношеніи другъ къ другу, но легко убѣдиться, что это смѣсь, а не химическое ихъ соединеніе. Если смѣшать искусственно приготовленные кислородъ и азотъ въ той же пропорціи, какъ они находятся въ воздухѣ, то не замѣтимъ ни уменьшенія въ объемѣ, ни возвышенія температуры (явленія, которыя постоянно сопровождаютъ химическое соединеніе газовъ), и смѣсь во всѣхъ отношеніяхъ будетъ сходна съ атмосфернымъ воздухомъ. Далѣе отношеніе между вѣсомъ кислорода и азота въ атмосферѣ разнится отъ вѣса ихъ паевъ и чиселъ находящихся въ простомъ кратномъ отношеніи съ ними, и хотя почти повсюду составъ атмосферы одинаковъ, но не рѣдки и отступленія. Самое же убѣдительное доказательство заключается въ отношеніи воздуха къ водѣ. Вода растворяетъ немного воздуха, напримѣръ при взбалтываніи стклянки не совершенно наполненной водою; если кипяченіемъ снова выгнать изъ воды весь воздухъ и, собравъ его, опредѣлить въ немъ относительныя количества кислорода и азота, то окажется, что на одинъ объемъ кислорода приходится 1,87 объема азота, между тѣмъ какъ въ атмосферѣ на одинъ объемъ кислорода приходится 4 объема азота. Если бы воздухъ былъ химическимъ соединеніемъ, то растворяясь въ водѣ онъ сохранялъ бы свой составъ; но такъ-какъ въ немъ газы не соединены химически, то вода и растворяетъ болѣе кислорода, чѣмъ азота, потому что первый газъ растворимъ въ ней болѣе втораго.

Самая точная метода опредѣленія количества кислорода и азота въ воздухѣ основывается на употребленіи эвдіометра *), съ помощію котораго опредѣляется отношеніе объемовъ двухъ газовъ. Приборъ для этого имѣетъ то же устройство, какъ и описанный для эвдіометрическаго синтеза воды (фиг. 12).

Въ наполненный ртутью эвдіометръ впускаютъ такое количество воздуха, чтобы онъ занялъ около 1/6 всего объема трубки, и отчитываютъ высоту ртути надъ поверхностью ртути въ ваннѣ. Замѣтивъ

Ф. 12.



температуру и высоту барометра, въ эвдіометръ впускаютъ столько чистаго водорода, чтобы количество его было болѣе чѣмъ достаточно для соединенія съ кислородомъ, и опредѣляютъ точнымъ образомъ объемъ его, замѣчая снова давленіе и температуру. Затѣмъ чрезъ смѣсь пропускаютъ электрическую искру, соблюдая всѣ предосторожности, указанныя при описаніи синтеза воды. Послѣ взрыва опредѣляемый объемъ оставшихся газовъ оказывается меньше чѣмъ до взрыва, потому что кислородъ образовалъ съ частью водорода — воду; разность объемовъ до и послѣ взрыва, равна объему соединившихся газовъ. Изъ прежнихъ опытовъ намъ извѣстно, что объемъ кислорода соединяется съ двумя объемами водорода. Слѣдовательно одна треть уменьшенія въ объемѣ и показываетъ объемъ находившагося въ воздухѣ кислорода. Положимъ, мы взяли 100 объемовъ воздуха, прибавили къ нему 50 объемовъ водорода, и послѣ взрыва получили 87 объемовъ оставшихся газовъ; уменьшеніе въ объемѣ, слѣд., равно 63; третья часть этого числа—21 и выражаетъ объемъ кислорода, заключавшійся во 100 объемахъ воздуха.

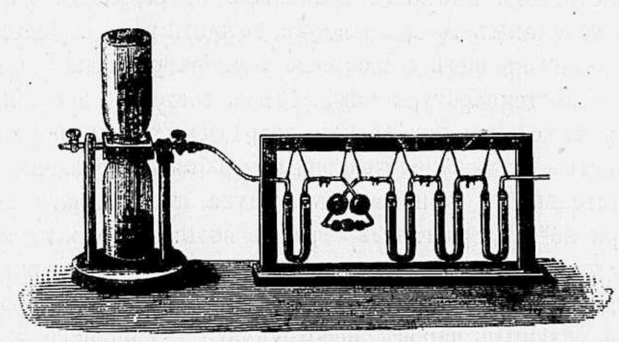
Большое число анализовъ, произведенныхъ по этому точному методу, дали тотъ результатъ, что отношеніе между кислородомъ и азотомъ въ воздухѣ почти постоянно. Будетъ ли воздухъ для анали-

*) Отъ εὔδιος, хорошо, μέτρον, мѣра, мѣра для качества, т. е. для опредѣленія содержанія кислорода въ воздухѣ.

за взять съ экватора, или съ Ледовитаго океана; изъ глубокой долины, или съ высоты 20,000 футовъ надъ поверхностью земли—вездѣ онъ содержитъ на 100 частей — 20,9 до 21 части кислорода. Изъ отношенія объемовъ и изъ плотностей кислорода и азота легко вычислить то вѣсовое отношеніе, въ которомъ они находятся въ воздухѣ. Во 100 вѣсовыхъ частяхъ воздуха заключается 23,16 вѣсовыхъ частей кислорода и 76,84 вѣсовыхъ частей азота. Но это отношеніе можно опредѣлить прямымъ путемъ и тѣмъ повѣрить эвдіометрическій анализъ. Для этой цѣли изъ большаго, снабженнаго краномъ, стекляннаго шара выкачивается воздухъ. Шаръ затѣмъ взвѣшивается и его соединяютъ посредствомъ каучуковой трубки съ стеклянною тугоплавкою трубкою, наполненною мѣдными стружками и запирающеюся на двухъ концахъ кранами. Эта трубка также взвѣшивается. Другой конецъ трубки соединяютъ съ нѣсколькими изогнутыми трубками, изъ которыхъ однѣ наполнены кусками пемзы, смоченными крѣпкою сѣрною кислотою, а другія кусками ѣдкаго кали, для удаленія изъ воздуха углекислоты и водяныхъ паровъ. Когда приборъ составленъ, то трубку нагрѣваютъ до каленія и отворяютъ краны на столько, чтобы воздухъ медленно входилъ въ приборъ; при этомъ воздухъ сначала очищается въ изогнутыхъ трубкахъ, затѣмъ приходитъ въ прикосновеніе съ накаленною мѣдью, причемъ мѣдь, окисляясь, отнимаетъ отъ него кислородъ, и шаръ наполняется мало по малу чистымъ азотомъ. Лишь только азотъ наполнилъ шаръ, краны запираются и отдѣльныя части прибора снова взвѣшиваются. Прибавленіе въ вѣсѣ шара показываетъ количество азота, а прибавленіе въ вѣсѣ трубки количество кислорода. Большое число опытовъ, произведенныхъ такимъ образомъ, показали, что воздухъ состоитъ, среднимъ числомъ, изъ 23-хъ частей кислорода и 77-ми частей азота.

Кромѣ этихъ двухъ главныхъ составныхъ частей, воздухъ содержитъ еще нѣсколько другихъ газовъ, которые хотя заключаются въ немъ въ весьма маломъ количествѣ, но какъ напр. углекислота, пары воды и амміакъ, имѣютъ большое значеніе въ природѣ. Важность углекислоты для жизни растеній была уже упомянута при описаніи кислорода. Углекислота есть источникъ, откуда растенія заимствуютъ углеродъ для своихъ растительныхъ тканей. Количество углекислоты, въ сравненіи съ количествомъ кислорода и азота, весьма мало: 10,000 объемовъ воздуха съ земной поверхности, содержатъ среднимъ числомъ 4, а морскаго воздуха 3 объема углекислоты. Если же вычислить все вѣсовое количество углекислоты въ атмосферѣ, то получится весьма значительный вѣсъ, именно 3,000 билліоновъ килограммовъ. Чтобы опредѣлить количество углекислоты въ воздухѣ, пропускаютъ точно измѣренный объемъ его, около 20 литровъ, чрезъ взвѣшенныя трубки съ ѣдкимъ кали. Увеличеніе ихъ вѣса покажетъ содержаніе углекислоты во взятомъ объемѣ воздуха. Приборъ для этого изображенъ на фигурѣ 13-й. Налѣво представленъ аспираторъ, въ ко-

Ф. 13.



торомъ вода течетъ изъ верхняго сосуда въ нижній; вслѣдствіе этого воздухъ входитъ въ приборъ. Оба сосуда равнаго и точно опредѣленнаго объема. Когда нижній сосудъ наполнится, то аспираторъ перевертываютъ около его оси и вновь повторяютъ это по наполненіи нижняго сосуда до тѣхъ поръ, пока все нужное количество воздуха не пройдетъ чрезъ приборъ. Двѣ изогнутыя трубки наиболѣе удаленныя отъ аспиратора не взвѣшиваются; онѣ наполнены пемзой, смоченной сѣрною кислотою и служатъ для удаленія изъ воздуха паровъ воды, въ противномъ случаѣ они поглощались бы ѣдкимъ кали. Трубка около аспиратора содержитъ сѣрную кислоту для поглощенія увлеченнаго сухимъ воздухомъ изъ раствора ѣдкаго водянаго пара, кали. Содержаніе углекислоты въ воздухѣ различно, смотря по обстоятельствамъ и по мѣстности. На открытомъ воздухѣ она колеблется между 2 до 5 на 10,000 воздуха. Въ закрытыхъ же пространствахъ, при большомъ стеченіи людей и при горѣніи многихъ лампъ, она можетъ повыситься до 30 на 10,000 частей воздуха; цѣль вентиляціи состоитъ въ предупрежденіи скопленія большаго количества углекислоты.

Атмосферный воздухъ постоянно содержитъ водяные пары; количество ихъ мѣняется, и зависитъ отъ температуры и отъ направленія

вѣтра. При влажномъ тепломъ юго-западномъ вѣтрѣ, воздухъ западной Европы, особенно вблизи береговъ, часто насыщается водяными парами; между тѣмъ какъ въ сухихъ степяхъ Центральной Азіи, при восточномъ вѣтрѣ, количество ихъ доходитъ до minimum. Чѣмъ выше температура, тѣмъ большее количество воды въ видѣ паровъ можетъ содержать воздухъ, а если понизить температуру насыщеннаго парами воздуха, то часть ихъ сгущается въ видѣ тумана или облаковъ. Поэтому если воздухъ съ большимъ количествомъ водяныхъ паровъ достигаетъ высокихъ холодныхъ пространствъ или встрѣчается съ холоднымъ токомъ воздуха, то часть пара сгущается и падаетъ на землю въ видѣ дождя, если температура выше 0°, и въ видѣ снѣга, если температура ниже. Градъ состоитъ изъ замерзшихъ капель дождя, которыя при паденіи встрѣтили холодный слой воздуха. Количество дождя, происходящаго подобнымъ образомъ, можетъ быть значительно: 1 кубич. метръ воздуха, насыщеннаго водянымъ паромъ при 25°, содержитъ 22,5 грамма воды; при охлажденіи до 0°, изъ этого количества сгущаются 17,1 грамма, которые и падаютъ въ видѣ дождя. Обыкновенно воздухъ содержитъ 50—70 процентовъ количества водяныхъ паровъ, необходимаго для полнаго насыщенія его. Если количество паровъ больше, то воздухъ дѣлается непріятно сыръ, если меньше, то непріятно сухъ. По близости Краснаго моря, когда дуетъ изъ степей горячій, сухой вѣтеръ самумъ, содержаніе паровъ въ воздухѣ понижается до $^1/_{15}$ всего количества необходимаго для насыщенія.

Образованіе росы основывается на томъ, что земля, по закатѣ солнца, охлаждается чрезъ лучеиспусканіе, отчего охлаждаются и нижніе слои атмосферы, и часть заключающагося въ немъ водянаго пара сгущается въ капли.

Для опредѣленія количества водянаго пара, употребляются приборы, называемые *гигрометрами*; это опредѣленіе можно также производить вмѣстѣ съ опредѣленіемъ углекислоты въ описанномъ уже приборѣ; для этого надо только до и послѣ опыта взвѣсить трубки наполненныя пемзою съ сѣрною кислотою.

Амміакъ, соединеніе водорода съ азотомъ, заключается въ атмосферѣ только весьма въ незначительномъ количествѣ (около 1 части въ 1.000,000 частей воздуха); но несмотря на то онъ играетъ важную роль въ питаніи растеній, такъ-какъ онъ по преимуществу доставляетъ растеніямъ азотъ, необходимый для образованія плодовъ и сѣмянъ; азотъ же въ свободномъ видѣ растеніями не восприни-

мается. Въ составъ воздуха входятъ и другія болѣе или менѣе случайныя примѣси. Между ними имѣютъ значеніе газообразные продукты разложенія органическихъ веществъ, такъ-какъ они, по всей вѣроятности, вредятъ чистотѣ воздуха той мѣстности, гдѣ они встрѣчаются, и имѣютъ вредное вліяніе на здоровье: непріятный запахъ, который замѣчается, если войти со свѣжаго воздуха въ комнату наполненную людьми, зависитъ отъ этихъ газообразныхъ органическихъ веществъ, и они, безъ сомнѣнія, причиною, что климатъ болотистыхъ странъ такъ вреденъ. Наши свѣдѣнія объ этомъ предметѣ до сихъ поръ весьма неполны. Загородный воздухъ часто содержитъ небольшія количества озона, но въ большихъ городахъ озонъ скоро истрачивается на окисленіе органическихъ веществъ; объ образованіи его мы не знаемъ ничего положительнаго; быть можетъ онъ происходитъ вслѣдствіе разряженія атмосфернаго электричества.

Соединенія азота съ кислородомъ.

Извѣстны пять различныхъ соединеній азота съ кислородомъ:

	Азота.	Кислорода.
1. Окись азота . . .	28 вѣс. ч.	16 вѣс. ч.
2. Двуокись азота . .	28 » »	32 » »
3. Триокись азота. . .	28 » »	48 » »
4. Четыреокись азота .	28 » »	64 » »
5. Пятиокись азота. .	28 » »	80 » »

Слѣдовательно количества кислорода, соединенныя съ однимъ и тѣмъ же количествомъ азота, относятся, какъ 1, 2, 3, 4, 5. Тутъ мы имѣемъ хорошій примѣръ втораго химическаго закона, *закона кратныхъ пропорцій*. Первый законъ учитъ, что всякое химическое соединеніе содержитъ составляющія его простыя тѣла всегда въ однихъ и тѣхъ же вѣсовыхъ отношеніяхъ. Но часто два простыя тѣла соединяются между собою въ нѣсколькихъ вѣсовыхъ отношеніяхъ, образуя нѣсколько различныхъ соединеній; для каждаго изъ нихъ первый законъ сохраняетъ свою силу. Законъ кратныхъ пропорцій прибавляетъ только, что въ этомъ случаѣ количества одного тѣла, соединенныя съ однимъ и тѣмъ же количествомъ другаго, находятся въ простомъ отношеніи или пропорціи одно къ другому. Простыя тѣла соединяются между собою въ количествахъ, относящихся какъ ихъ пропорціональныя числа, или какъ числа находящіяся къ нимъ въ простомъ кратномъ отношеніи. За единицу для этихъ относитель-

ныхъ чиселъ принимаютъ пропорціональное число водорода, какъ наименьшее.

Основатель этого закона, Дальтонъ, вывелъ изъ него свою знаменитую атомистическую теорію. Поставивъ вопросъ, почему простыя тѣла соединяются только въ отношеніи ихъ пропорціональныхъ чиселъ, или въ кратныхъ съ ними числахъ, онъ предложилъ для разрѣшенія его слѣдующую гипотезу, подтвержденную позднѣйшими изслѣдованіями и теперь повсюду принятую наукою *).

Еще древніе философы принимали, что матерія дѣлима не до безконечности, но что она состоитъ изъ весьма малыхъ частицъ, неспособныхъ къ дальнѣйшему дѣленію и названныхъ ими атомами (отъ α отрицаніе и τέμνω рѣжу); по Дальтону, простыя тѣла состоятъ изъ такихъ атомовъ. Атомы одного и того же простаго тѣла равны другъ другу по величинѣ и тяжести, но атомы различныхъ простыхъ тѣлъ обладаютъ различнымъ вѣсомъ и отношенія между ихъ вѣсами выражается пропорціональными числами.

Такимъ образомъ атомъ кислорода въ 16 разъ, а атомъ азота въ 14 разъ тяжелѣе атома водорода. Знакъ H обозначаетъ, слѣдовательно, одинъ атомъ водорода, O одинъ атомъ кислорода, и вѣсъ атома кислорода равенъ 16, а вѣсъ атома азота равенъ 14. Химическія соединенія происходятъ вслѣдствіе расположенія атомовъ другъ подлѣ друга. Атомъ одного простаго тѣла можетъ соединяться съ 1, 2, 3, и т. д. атомами другаго тѣла, или 2 атома простаго тѣла могутъ соединяться съ 1, 2, 3 и т. д. атомами другаго; но такъ-какъ относительно вѣса атомовъ выражаются пропорціональными числами, или вѣсомъ паевъ, то химическія соединенія могутъ происходить только въ числахъ къ нимъ кратныхъ. Такимъ образомъ окись азота состоитъ изъ одного атома кислорода, соединеннаго съ двумя атомами азота; двуокись азота происходитъ по присоединеніи еще атома кислорода, и, чрезъ прибавленіе каждый разъ по атому кислорода, получаются триокись, четыреокись и пятиокись азота. Малѣйшая частичка химическаго соединенія состоитъ, слѣдовательно, изъ группы атомовъ и называется *частицею*; за свойство частицы принимаютъ, что она механически не можетъ быть раздѣлена, но что только химическимъ процессомъ можетъ быть разложена на атомы, изъ которыхъ она состоитъ. Частица воды состоитъ изъ двухъ атомовъ водорода и одного атома кислорода, и сумма вѣсовъ этихъ атомовъ даетъ вѣсъ частицы воды.

*) При этомъ не слѣдуетъ забывать, что атомистическая теорія есть только гипотеза, которая, со временемъ, быть можетъ, уступитъ мѣсто болѣе совершенной, если, при дальнѣйшемъ развитіи науки, будутъ открыты факты не объяснимые ею. Напротивъ того, законы постоянныхъ и кратныхъ отношеній суть неопровержимые законы природы, составляющіе основу науки.

Отношенія, въ которыхъ соединяются простыя тѣла въ газообразномъ состояніи, весьма наглядны и несложны. Это происходитъ оттого, что плотность простыхъ тѣлъ тождественна съ вѣсомъ ихъ атомовъ, или, что то же самое, всѣ атомы при газообразномъ состояніи тѣлъ занимаютъ одинаковые объемы *). Плотность кислорода равняется вѣсу его атома 16; плотность и вѣсъ атома азота равны 14; плотность хлора 35,5; плотность паровъ сѣры 32.

Плотность даннаго соединенія въ газообразномъ соединеніи въ половину менѣе вѣса частицы его, или, при газообразномъ состояніи тѣлъ, частицы занимаютъ объемъ двухъ атомовъ водорода **).

Вѣсъ частицы воды $H^2O = 18$,

плотность » водянаго пара $= \frac{18}{2} = 9$.

Вѣсъ частицы соляной кислоты $HCl = 36{,}5$, плотность

» » солянокислаго газа $= \frac{36{,}5}{2} = 18{,}25$.

Вѣсъ частицы амміака $NH^3 = 17$, плотность

» » амміачнаго газа $= \frac{17}{2} = 8{,}5$.

Формула воды, H^2O, выражаетъ не только, что вода состоитъ изъ двухъ вѣсовыхъ частей водорода и 16 вѣс. частей кислорода, но и то, что два объема водорода соединяются съ однимъ объемомъ кислорода и образуютъ два объема водянаго пара.

Формула NH^3 показываетъ, что два объема амміака содержатъ три объема водорода и одинъ объемъ азота; HCl означаетъ, что одинъ объемъ хлора съ однимъ объемомъ водорода соединяются въ два объема хлористоводороднаго газа.

Выше мы видѣли, что 28 вѣсовыхъ частей азота соединяются съ 32-мя частями кислорода. Плотность такого соединенія равна

*) Исключеніе изъ этого правила составляютъ фосфоръ и мышьякъ; плотность ихъ паровъ вдвое болѣе вѣса ихъ атомовъ; равнымъ образомъ атомы нѣкоторыхъ способныхъ къ превращенію въ пары металловъ, какъ напр. цинка и ртути, занимаютъ въ парообразномъ состояніи объемъ вдвое большій объема атома водорода; плотность ихъ составляетъ, слѣдовательно, половину вѣса ихъ атомовъ.

**) Тутъ также есть нѣкоторыя исключенія, которыя будутъ упомянуты и объяснены при описаніи соотвѣтствующихъ соединеній.

15-ти, слѣдовательно частичный вѣсъ этого соединенія будетъ 30 и оно состоитъ изъ 14 вѣсовыхъ частей азота и 16-ти частей кислорода, или изъ равныхъ объемовъ обоихъ газовъ, и потому формула его должна быть NO.

Исходя изъ подобныхъ данныхъ, легко найдти вѣсъ даннаго объема, опредѣленнаго простаго или сложнаго газа, напр. 1-го литра этого газа. Для этого нужно знать, что 1 литръ водороднаго газа вѣситъ, при 0° и 760 миллиметрахъ барометрической высоты, 0,08936 грамма. Этотъ вѣсъ нужно только помножить на плотность газа, чтобъ найдти вѣсъ одного литра этого газа. По этой причинѣ вѣсъ 1-го литра, при тѣхъ же условіяхъ:

Кислорода	$16 \times 0{,}08936 = 1{,}430$	грамма.
Азота	$14 \times 0{,}08936 = 1{,}251$	»
Паровъ сѣры	$32 \times 0{,}08936 = 2{,}860$	»
» воды	$9 \times 0{,}08936 = 0{,}804$	»
Амміака	$8{,}5 \times 0{,}08936 = 0{,}759$	»

Азотъ не окисляется кислородомъ, ни при обыкновенной, ни при возвышенной температурѣ. Если же чрезъ сухой воздухъ пропускать рядъ сильныхъ электрическихъ искръ, то оба входящіе въ него газа, соединяясь, даютъ бурые пары азотноватаго ангидрида. Если при этомъ будетъ еще вода, то послѣдняя получаетъ кислый вкусъ отъ образованія азотной кислоты. То же самое соединеніе происходитъ во время грозы и дождевая вода содержитъ нѣкоторое количество образующейся азотной кислоты. Такъ-какъ эта послѣдняя составляетъ исходный пунктъ для полученія другихъ соединеній азота съ кислородомъ, то мы и начнемъ съ нея описаніе этихъ соединеній.

Азотная кислота или азотноводородная соль, NHO^3.

Вѣсъ частицы 63.

Соединенія, называемыя солями азотной кислоты или селитрами, образуются при медленномъ окисленіи азотныхъ органическихъ веществъ въ присутствіи такъ называемыхъ щелочей, каковы: кали, натръ, известь и др. Разница между этими солями и азотной кислотой состоитъ въ томъ, что водородъ послѣдней замѣщенъ въ нихъ металломъ щелочи. Такія азотнокислыя соли или селитры находятся въ верхнихъ слояхъ почвы, въ колодезной водѣ большихъ городовъ, по близости конюшенъ, помойныхъ ямъ и т. п. мѣстъ. Изъ предъидущаго понятно, что присутствіе въ водѣ подобныхъ соединеній указываетъ на содержаніе въ ней разлагающихся органическихъ веществъ; оттого такая вода вовсе негодна для питья; особенно же опаснымъ становится употребленіе ея во время эпидемическихъ болѣзней, какъ напр. въ холеру. Къ подобнаго же рода солямъ принадлежитъ и такъ называемая мусорная селитра, встрѣчающаяся часто въ известковыхъ стѣнахъ конюшенъ, хлѣвовъ, и т. п., она состоитъ главнымъ образомъ изъ азотнокаліевой соли.

Азотнокаліевая соль или обыкновенная селитра, NO^3K, находится въ значительномъ количествѣ въ теплыхъ странахъ, напр. въ Остъ-Индіи, гдѣ она встрѣчается въ видѣ минерала и происхожденіемъ своимъ обязана разложенію азотистыхъ органическихъ соединеній въ почвѣ, богатой содержаніемъ кали.

Азотнонатровая соль, NO^3Na, называемая обыкновенно чилійскою селитрою, находится въ видѣ громадныхъ залежей въ южныхъ частяхъ Перу.

Эти двѣ селитры и служатъ обыкновенно для полученія азотной кислоты, посредствомъ нагрѣванія ихъ съ сѣрной кислотой или купоросным маслом, H^2SO^4. При этомъ происходитъ двойное разложеніе; такъ, въ случаѣ употребленія каліевой селитры, половинное количество водорода сѣрной кислоты мѣняется мѣстомъ съ каліемъ селитры, какъ видно по уравненію:

$$KNO^3 + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} SO^4 = HNO^3 + \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\} SO^4,$$

которое показываетъ, что азотнокаліевая соль, при взаимнодѣйствіи съ сѣрною кислотою, даетъ азотную кислоту и кислую сѣрнокаліевую соль.

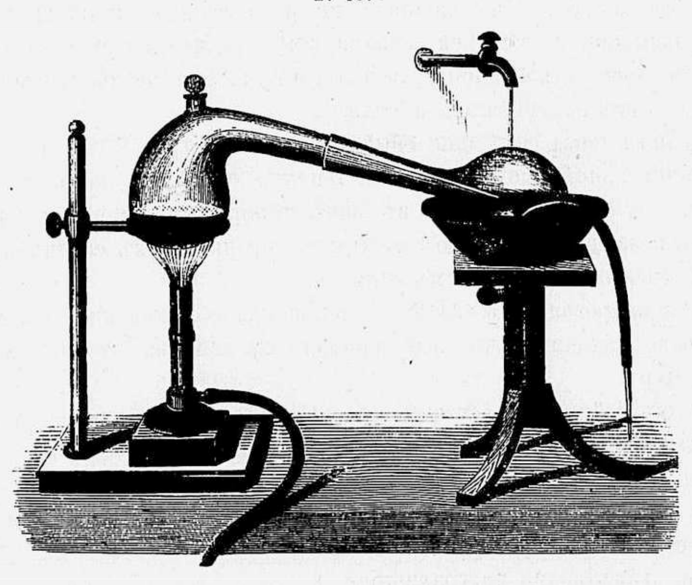
Другой способъ выраженія подобныхъ реакцій, посредствомъ формулъ, состоитъ въ томъ, что тѣла, приводимыя во взаимнодѣйствіе, пишутся одно подъ другимъ въ строкахъ, а происходящее замѣщеніе означается вертикальною чертою, т. е. продукты взаимнодѣйствія будутъ стоять въ вертикальныхъ столбцахъ.

$$\begin{array}{r|l} SO^4H & H \\ K & NO^3. \end{array}$$

Въ лабораторіяхъ азотную кислоту получаютъ изъ смѣси равныхъ по вѣсу количествъ каліевой селитры и сѣрной кислоты, посредствомъ нагрѣванія этой смѣси, въ тубулатной ретортѣ, пламенемъ газа, или виннаго спирта. Образующаяся азотная кислота улетучивается, собираясь въ хорошо охлаждаемомъ пріемникѣ; между тѣмъ какъ нелетучая кислая сѣрнокаліевая соль остается въ ретортѣ (Фиг. 14).

Для приготовленія азотной кислоты въ техникѣ, употребляются большіе чугунные цилиндры, въ которыхъ нагрѣваютъ смѣсь деше-

Ф. 15.



вой чилійской селитры съ сѣрною кислотою. Послѣдняя берется, при этомъ, въ количествѣ вдвое меньшемъ противъ показаннаго въ предъидущемъ уравненіи, по той причинѣ, что чугунные цилиндры можно подвергнуть болѣе сильному нагрѣванію, чѣмъ стеклянные сосуды; а при такой возвышенной температурѣ сѣрнонатровая соль, получаемая при этой реакціи, отдаетъ еще одну частицу своего водорода, причемъ часть азотной кислоты, конечно, разлагается:

$$\begin{array}{r|l} SO^4Na & H \\ Na & NO^3. \end{array}$$

Перегоняющуюся кислоту собираютъ, въ этомъ случаѣ, въ каменныя бутыли.

Чистая азотная кислота есть безцвѣтная, дымящаяся жидкость, кипящая при 18° и имѣющая удѣльный вѣсъ 1,51. Но обыкновенно азотная кислота окрашена въ желтый цвѣтъ; это зависитъ отъ того, что подъ вліяніемъ свѣта происходитъ медленное разложеніе ея, причемъ образуется свободный кислородъ, вода и низшіе окислы азота. Послѣдніе-то и окрашиваютъ кислоту въ желтый цвѣтъ. Гораздо быстрѣе происходитъ разложеніе азотной кислоты при ея кипѣніи,—

обстоятельство, которое и составляетъ причину, почему чистая азотная кислота не имѣетъ опредѣленной, постоянной точки кипѣнія: оно начинается при 86°; но затѣмъ точка кипѣнія постепенно повышается, вслѣдствіе образованія водной кислоты, кипящей при болѣе высокой температурѣ. Поэтому, если концентрированную азотную кислоту разбавить небольшимъ количествомъ воды и перегонять, то вначалѣ будетъ перегоняться болѣе крѣпкая азотная кислота; при этомъ точка кипѣнія, бывшая въ началѣ ниже 100°, постепенно повышается, пока наконецъ не достигнетъ 120,5°. Напротивъ того, если подвергнуть перегонкѣ азотную кислоту, разбавленную болѣе значительнымъ количествомъ воды, то въ первыхъ порціяхъ будетъ гнаться весьма слабая азотная кислота, почти чистая вода, пока температура кипѣнія не достигнетъ также 120,5°. При этой температурѣ, подъ нормальнымъ давленіемъ кипитъ, уже безъ измѣненія, кислота, содержащая 68 проц. NHO^3 и имѣющая удѣльный вѣсъ 1,414. При уменьшенномъ давленіи кипитъ, напротивъ того, болѣе слабая кислота, а при повышеніи его—болѣе крѣпкая. Азотная кислота содержитъ въ себѣ 76,1 проц. кислорода, часть котораго весьма легко отдается ею различнымъ веществамъ, способнымъ къ окисленію; почему азотная кислота и составляетъ сильное окисляющее средство. Такъ напр., приведенная въ соприкосновеніе съ мѣдью или оловомъ, она выдѣляетъ съ шипѣніемъ красные пары, причемъ часть кислорода ея соединяется съ металломъ, а образовавшіеся, вслѣдствіе этого, низшіе окислы азота и улетучиваются въ видѣ этихъ паровъ. Подобнымъ же образомъ дѣйствуетъ она на растворъ индиго, окисляя находящееся въ немъ красящее вещество, вслѣдствіе чего голубой цвѣтъ раствора пропадаетъ. Этой реакціей азотной кислоты, также какъ и выдѣленіемъ красныхъ паровъ при дѣйствіи ея на мѣдь, или олово, пользуются для открытія присутствія этой кислоты въ различныхъ соединеніяхъ. Но самымъ чувствительнымъ реактивомъ на нее служитъ желѣзный купоросъ (сѣрножелѣзная соль), посредствомъ котораго можно открыть даже слабые слѣды азотной кислоты; для этого испытуемую жидкость смѣшиваютъ съ равнымъ объемнымъ количествомъ крѣпкой сѣрной кислоты и, охладивъ смѣсь, приливаютъ къ ней раствора желѣзнаго купороса, наблюдая при этомъ, чтобы жидкости не смѣшивались между собою; тогда, въ случаѣ присутствія азотной кислоты, на мѣстѣ прикосновенія этихъ жидкостей образуется темное кольцо, напряженность цвѣта котораго зависитъ отъ количества азотной кислоты.

Въ азотной кислотѣ мы имѣемъ первый примѣръ изъ ряда тѣхъ важнѣйшихъ соединеній, которыя называются *кислотами*. Большая часть кислотъ растворимы въ водѣ, имѣютъ кислый вкусъ и обладаютъ свойствомъ, синій цвѣтъ лакмусовой бумажки измѣнять въ красный. Всѣ кислоты содержатъ водородъ, соединенный въ нихъ или съ однимъ элементомъ, или съ цѣлою группою элементовъ. Въ послѣднемъ случаѣ кислоты почти всѣ содержатъ въ себѣ кислородъ, почему и называются *кислородными кислотами*. Всѣ такія кислоты могутъ быть разсматриваемы какъ вода, въ которой водородъ замѣщенъ цѣлою группою атомовъ содержащихъ кислородъ. Такимъ образомъ азотная кислота есть кислородная кислота азота, и ее можно разсматривать какъ $\left.\begin{matrix}NO^2\\H\end{matrix}\right\}O$. Чрезъ замѣщеніе водорода кислоты металломъ, кислыя свойства ея пропадаютъ и происходитъ вещество, называемое *солью*. Такое замѣщеніе водорода кислоты можно произвести различнымъ образомъ; такъ мы уже видѣли, что при дѣйствіи цинка на сѣрную кислоту, водородъ послѣдней выдѣляется въ свободномъ состояніи, а на его мѣсто становится цинкъ; образующаяся при этомъ соль называется сѣрноцинковою. Далѣе, соли образуются вслѣдствіе двойнаго разложенія, происходящаго при соединеніи водныхъ окисловъ или просто окисловъ съ кислотами; такъ напр. если къ жидкости, получаемой при дѣйствіи на воду калія и содержащей, какъ уже было упомянуто, ѣдкое кали или водную окись калія, станемъ приливать азотную кислоту, то при этомъ, какъ кислый вкусъ кислоты, такъ и ѣдкій вкусъ ѣдкаго кали постоянно пропадаютъ и получается *нейтральный* растворъ, не измѣняющій цвѣта ни синей, ни красной лакмусовой бумажки. Растворъ этотъ содержитъ въ себѣ азотнокаліевую соль:

$$\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}NO^2\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}NO^2\\K\end{matrix}\right\}O.$$

Водныя окиси (Hydroxide) растворимыя въ водѣ и вступающія въ подобныя реакціи съ кислотами, называются *щелочами*; растворы ихъ имѣютъ особый ѣдкій вкусъ и обладаютъ свойствомъ возстановлять синій цвѣтъ лакмуса, измѣненный кислотою въ красный; реакціи ихъ называются *щелочными*. Въ подобномъ же отношеніи, какъ эти водные окислы, находятся къ кислотамъ и многіе другіе металлическіе окислы, называемые *основными окислами* или *основаніями*; такъ напр. окись серебра Ag^2O, растворяясь въ азотной кислотѣ, также возстановляетъ ее, причемъ образуется азотносеребряная соль, также растворимая въ водѣ:

$$\left.\begin{matrix}Ag\\Ag\end{matrix}\right\}O + 2\left.\begin{matrix}NO^2\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + 2\left.\begin{matrix}NO^2\\Ag\end{matrix}\right\}O.$$

Вообще, почти всѣ соли азотной кислоты, или такъ называемыя селитры, растворимы въ водѣ; многія изъ нихъ, какъ напр. сама азотная кислота, находятъ большое примѣненіе какъ въ лабораторіяхъ химиковъ, такъ и въ различныхъ искусствахъ и ремеслахъ; важнѣйшія изъ нихъ будутъ разсмотрѣны нами ближе при описаніи металловъ, въ нихъ находящихся.

Пятиокись азота или азотный ангидридъ.

N^2O^5. Вѣсъ частицы 108.

Соединеніе это образуется при пропусканіи сухаго хлорнаго газа черезъ азотносеребряную соль, причемъ получается хлористое серебро, кислородъ и азотный ангидридъ, по слѣдующему уравненію:

$$2\left.\begin{matrix}NO^2\\Ag\end{matrix}\right\}O + \left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\} = 2\left.\begin{matrix}Ag\\Cl\end{matrix}\right\} + O + \left.\begin{matrix}NO^2\\NO^2\end{matrix}\right\}O.$$

Въ охладительной смѣси азотный ангидридъ даетъ крупные безцвѣтные кристаллы, плавящіеся при 30° и перегоняющіеся при 45°. Если нагрѣть пары азотнаго ангидрида немного выше температуры кипѣнія, то происходитъ взрывъ, причемъ азотный ангидридъ разлагается на азотноватый ангидридъ и кислородъ. Вообще, соединеніе это непрочно и даже при тщательномъ сохраненіи разрушается современемъ само собою. Растворяясь въ водѣ, азотный ангидридъ образуетъ азотную кислоту, съ выдѣленіемъ теплоты.

$$\left.\begin{matrix}NO^2\\NO^2\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}NO^2\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}NO^2\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Поэтому азотный ангидридъ можно разсматривать какъ азотную кислоту, въ которой атомъ водорода замѣщенъ группою NO^2.

Закись азота или азотная одноокись N^2O.

Вѣсъ частицы 44. Плотность 22.

Закись азота можетъ быть получена дѣйствіемъ цинка на слабую азотную кислоту, причемъ послѣдняя отдаетъ часть своего кислорода и образуется вода и азотноцинковая соль. Обыкновенно же за-

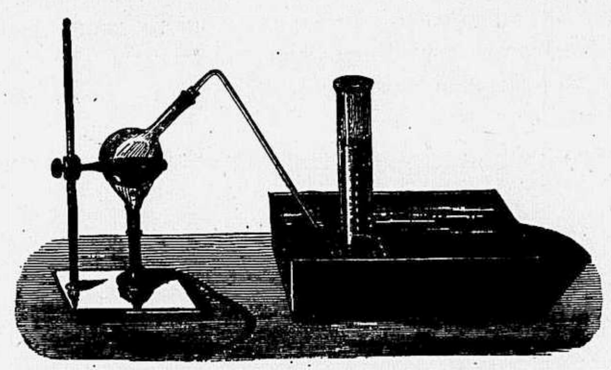
кись азота получаютъ нагрѣваніемъ азотноамміачной соли $\left.\begin{matrix} NO^2 \\ NH^4 \end{matrix}\right\} O$, которая распадается при этомъ на воду и закись азота:

$$N^2O = \frac{NO}{N} \left| \frac{OO}{H^4} \right. = 2H^2O.$$

Для этого разложенія употребляютъ аппаратъ, подобный тому, который служитъ для полученія кислорода.

Закись азота есть газъ безцвѣтный, не имѣющій запаха и сладковатый на вкусъ; растворимость его въ водѣ довольно значительна, причемъ въ холодной онъ растворяется болѣе въ значительномъ количествѣ, чѣмъ въ теплой; такъ одинъ объемъ воды при 0° растворяетъ 1,305 объема этого газа, а при 24° только 0,608 объема его; поэтому газъ этотъ лучше всего собирать черезъ теплую воду. Отъ предъидущихъ газовъ онъ отличается тѣмъ, что сгущается въ жидкость при 0° посредствомъ давленія въ 30 атмосферъ, или же — подъ обыкновеннымъ атмосфернымъ давленіемъ при охлажденіи до — 88°; другими словами: упругость этого газа равна 1 атмосферѣ при — 88°, или 30 атмосферамъ при 0°; при — 115° жидкая закись азота застываетъ въ ледоподобную массу, а испаренія ея въ разряженномъ

Ф. 15.

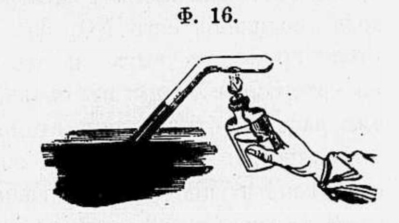


пространствѣ, подъ колоколомъ воздушнаго насоса, производитъ наибольшій извѣстный до сихъ поръ искусственный холодъ, именно температура понижается до — 140°. Удѣльный вѣсъ газообразной закиси азота равенъ 1,527; одинъ литръ ея вѣситъ при нормальномъ давленіи и обыкновенной температурѣ 1,972 грамма.

Тлѣющая лучина, введенная въ этотъ газъ, воспламеняется такъ же какъ и въ кислородѣ; фосфоръ также сгараетъ въ немъ съ отдѣленіемъ весьма яркаго пламени; слабое же пламя горящей сѣры тухнетъ въ закиси азота, между тѣмъ сильное пріобрѣтаетъ въ ней еще бо́льшую яркость. Это зависитъ отъ того, что отъ нагрѣванія горящими тѣлами закись азота распадается на азотъ и кислородъ; послѣдній-то и поддерживаетъ горѣніе; степень же жара, развиваемаго слабымъ горѣніемъ сѣры не достаточна для того, чтобы произвести подобное распаденіе этого газа, между тѣмъ теплота отъ сильнаго горѣнія сѣры достаточна для этого. При вдыханіи, закись азота производитъ особаго рода опьяненіе, почему газъ этотъ въ первое время своего открытія и получилъ названіе *увеселяющаго газа.*

Составъ закиси азота легко опредѣлить посредствомъ анализа; для этого опредѣленный объемъ ея вводятъ въ открытый конецъ стеклянной изогнутый трубки, въ верхней части которой находится кусочекъ калія; а нижняя часть занята ртутью. Затѣмъ, закрывъ пальцемъ открытый конецъ трубки, производятъ нагрѣваніе калія посредствомъ пламени спиртовой лампы; при этомъ калій сгараетъ, а азотъ выдѣляется въ свободномъ состояніи и, по охлажденіи, занимаетъ такой же объемъ, какъ и первоначальный газъ; значитъ, два объема закиси азота содержатъ два объема азота или въ 44 вѣсовыхъ частяхъ соединенія находится 2 . 14 = 28 вѣсовыхъ частей азота; количество же кислорода, находящагося въ соединеніи съ послѣднимъ, въ этомъ газѣ, вѣситъ поэтому 16; слѣдовательно формула закиси азота будетъ N^2O.

Ф. 16.



Окись азота или азотная двуокись, NO.

Этотъ безцвѣтный, не сгущаемый въ жидкость, газъ образуется при дѣйствіи слабо разведенной водою азотной кислоты на многіе металлы. Обыкновенный же способъ полученія этого соединенія азота состоитъ въ томъ, что въ аппаратъ, подобный употребляющемуся для водорода, насыпаютъ мѣдные опилки и затѣмъ посредствомъ воронки наливаютъ на нихъ азотную кислоту, причемъ образуются: вода, азотномѣдная соль и окись азота:

$$3Cu + 8HNO^3 = 3Cu \left\{ \begin{matrix} NO^3 \\ NO^3 \end{matrix} \right. + 4H^2O + 2NO.$$

Отличительное свойство этого газа состоитъ въ томъ, что смѣшан-

*

ный съ воздухомъ, или кислородомъ, онъ нагрѣвается и образуетъ красно-бурые пары, причемъ соединяется съ новымъ количествомъ кислорода. Растворимость окиси азота въ водѣ не велика; между тѣмъ какъ растворомъ желѣзнаго купороса она поглощается довольно въ значительномъ количествѣ, окрашивая этотъ растворъ въ темно-коричневый цвѣтъ, причемъ происходитъ особое соединеніе. Горящими тѣлами окись азота разлагается, съ выдѣленіемъ свободнаго азота, но требуетъ для этого болѣе высокой температуры, чѣмъ закись азота; поэтому предварительно воспламененная сѣра тухнетъ въ ней, между тѣмъ какъ желѣзо, фосфоръ и накаленный до-бѣла древесный уголь сгараютъ въ ней съ отдѣленіемъ сильнаго свѣта.

Анализъ окиси азота можетъ быть произведенъ совершенно такимъ же образомъ, какъ и закиси его; при этомъ 1 объемъ соединенія даетъ $^1/_2$ объема азота; а какъ плотность окиси азота равна 15, слѣдовательно вѣсъ частицы или двухъ объемовъ равенъ 30-ти; значитъ 1 объемъ, или 14 вѣсовыхъ частей азота соединены въ окиси его съ 16-ью вѣсовыми частями кислорода, и поэтому частичная формула такого соединенія есть NO; она составляетъ половину той, которая была приведена выше и это совершенно согласно съ закономъ, по которому частицы въ газообразномъ состояніи занимаютъ объемъ равный объему двухъ атомовъ водорода.

Физическія свойства окиси азота также указываютъ на болѣе простую конституцію ея въ сравненіи съ его закисью; такъ напр. окись азота не сгущается при тѣхъ условіяхъ, какъ эта послѣдняя. Равнымъ образомъ химическія свойства ея, большее постоянство при нагрѣваніи также соотвѣтствуютъ болѣе простой формулѣ ея, потому что въ химіи существуетъ законъ, по которому менѣе сложныя изъ аналогическихъ соединеній гораздо труднѣе превращаются въ жидкое, или твердое состояніе и упорнѣе сопротивляются разложенію, чѣмъ соединенія болѣе сложныя. Удѣльный вѣсъ окиси азота равенъ 1,038; одинъ литръ ея вѣситъ при нормальномъ давленіи и температурѣ 1,343 грамма.

Триокись азота или азотистый ангидридъ, N^2O^3.

Вѣсъ частицы 76. Плотность 38.

Соединеніе это получается въ видѣ красно-бурыхъ паровъ при смѣшеніи 4-хъ объемныхъ частей окиси азота съ 1 объемомъ кислорода. При сильномъ охлажденіи газъ этотъ сгущается въ голубую жидкость. Азотистый ангидридъ получается также при дѣйствіи умѣренно концентрированной азотной кислоты на триокись мышьяка, As^2O^3, причемъ образуется мышьяковая кислота:

$$As^2O^3 + 2HNO^3 + 2H^2O = N^2O^3 + 2H^3AsO^4.$$

Растворяясь въ водѣ, азотистый ангидридъ превращается въ голубую жидкость, которая можетъ быть разсматриваема какъ растворъ азотистой кислоты или азотистоводородной соли NHO^2; соединеніе это весьма непостоянно и уже при слабомъ нагрѣваніи распадается легко на азотную кислоту, окись азота и воду:

$$3NO^2H = NO^3H + 2NO + H^2O.$$

Соли же азотистой кислоты, напротивъ того, весьма постоянны; такова напр. азотистокаліевая соль, получаемая или нагрѣваніемъ азотнокаліевой соли, причемъ послѣдняя отдаетъ 1 атомъ своего кислорода; или введеніемъ азотистаго ангидрида въ растворѣ ѣдкаго кали:

$$\left.\begin{matrix}NO\\NO\end{matrix}\right\}O + 2\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = 2\left.\begin{matrix}NO\\K\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Азотистый ангидридъ находится, значитъ, въ такомъ же отношеніи къ азотистымъ солямъ, въ какомъ азотный ангидридъ къ азотнымъ солямъ.

Четырехокись азота или азотноватый ангидридъ NO^2.

Вѣсъ частицы 46. Плотность 23.

Красные пары, образующіеся при смѣшеніи окиси азота съ избыткомъ воздуха, состоятъ изъ этого соединенія. Въ чистомъ же видѣ азотноватый ангидридъ получается нагрѣваніемъ сухой азотносвинцовой соли, распадающейся при этомъ на окись свинца, кислородъ и азотноватый ангидридъ; образующійся при этомъ газъ, будучи проведенъ въ хорошо охлаждаемый пріемникъ, сгущается въ темно-желтую жидкость, кипящую при 22° и образующую при этомъ красно-бурые пары, темнота цвѣта которыхъ увеличивается съ повышеніемъ температуры. При сильномъ охлажденіи, жидкій азотноватый ангидридъ становится безцвѣтнымъ и застываетъ въ безцвѣтные же кристаллы, плавящіеся при —9°. При дѣйствіи воды азотноватый ангидридъ, смотря по температурѣ и количеству послѣдней, разлагается или на азотистую кислоту и азотную, или же на окись азота и азотную кислоту; поэтому во влажномъ воздухѣ пары азотноватаго ангидрида получаютъ кислую реакцію, вслѣдствіе чего соединеніе это

сочли въ началѣ за кислоту и дали ему названіе *азотноватой кислоты.* Удѣльный вѣсъ газообразнаго азотноватаго ангидрида 1,59, откуда посредствомъ вычисленія вѣсъ частицы опредѣлится равнымъ 46-ти.

АЗОТЪ И ВОДОРОДЪ.

Амміакъ, NH^3.

Вѣсъ частицы 17. *Плотность* 8,5.

Азотъ образуетъ съ водородомъ только одно соединеніе, амміакъ, NH^3, которое однако нельзя получить непосредственнымъ соединеніемъ обоихъ элементовъ, и образуется оно только различными косвенными путями; такъ при извѣстныхъ обстоятельствахъ, азотъ соединяется съ элементами воды, образуя азотистоамміачную соль—соединеніе амміака съ азотистою кислотою:

$$N^2 + 2H^2O = NH^3, HNO^2.$$

Это же соединеніе образуется, въ незначительномъ количествѣ, даже при быстромъ испареніи воды; далѣе если въ сосудъ съ влажнымъ воздухомъ ввести фосфоръ, то при томъ, какъ извѣстно, образуется озонъ и развиваются бѣлые пары, состоящіе главнымъ образомъ также изъ азотистоамміачной соли.

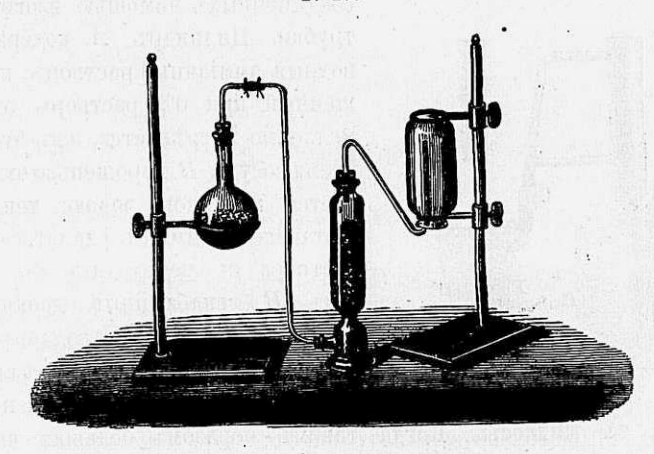
Въ отдѣльности амміакъ можно получить, если прилить азотной кислоты или растворимой соли ея въ жидкость, выдѣляющую водородъ; при этомъ одна часть послѣдняго соединяется съ кислородомъ кислоты или селитры, образуя воду; а другая часть его, соединяясь съ азотомъ, и даетъ амміакъ. Далѣе амміакъ образуется всегда при разложеніи азотистыхъ органическихъ веществъ,—или медленно, какъ при гніеніи, или быстро—при нагрѣваніи ихъ въ плотнозакупоренныхъ сосудахъ (сухая перегонка). Амміачное соединеніе, извѣстное подъ названіемъ нашатыря, приготовлялось въ прежнія времена въ Ливійской пустынѣ, по близости храма Юпитера Аммона, изъ сушенаго верблюжьяго навоза и привозилось въ Европу подъ именемъ Sal ammoniacum; откуда и заимствовано названіе амміака. Амміачныя соединенія содержатся въ значительномъ количествѣ также въ гуано; но главнымъ источникомъ амміака въ настоящее время служитъ амміачная вода, получаемая при добываніи свѣтильнаго газа изъ каменнаго угля; послѣдній содержитъ въ себѣ около 2% азота, ко-

торый при нагрѣваніи и выдѣляется большею частью въ формѣ амміака, растворящагося въ перегоняемой водѣ; подвергая эту амміачную воду дѣйствію хлористоводородной кислоты, а затѣмъ выпаривая, и получаютъ продажный нашатырь, NH^4Cl. Для полученія амміака въ чистомъ видѣ, нагрѣваютъ въ стеклянной колбѣ нашатырь съ порошкомъ гашеной или ѣдкой извести (водная окись кальція), причемъ образуется вода, хлористый кальцій и газообразный амміакъ:

$$\begin{array}{c|c|l} Ca & O & \\ Cl & H & NH^3. \\ Cl & H & NH^3. \end{array}$$

Амміакъ есть безцвѣтный газъ, съ характернымъ пронзительно сильнымъ, рѣзкимъ запахомъ, посредствомъ котораго можно замѣтить присутствіе даже самаго ничтожнаго количества этого газа; уд. в. амміака 0,59; слѣдов. онъ легче воздуха и поэтому можетъ быть собранъ въ стклянку, опрокинутую горломъ внизъ, потому что входя въ послѣднюю вытѣсняетъ находящійся въ ней воздухъ (см. фиг. 17);

Ф. 17.



желая же получить его совершенно чистымъ, безъ подмѣси воздуха, необходимо собирать его надъ ртутью, такъ какъ въ водѣ растворимость его весьма велика; при обыкновенномъ давленіи, 1 граммъ воды растворяетъ при 0° 0,877 граммовъ, или 1149 кубич. сантиметр. этого газа; а при 20° и томъ же давленіи 0,520 граммовъ или 681,8 куб. сант. его. Если сосудъ, наполненный сухимъ амміачнымъ газомъ, погрузить отверстіемъ въ воду, то она входитъ въ

него съ такою быстротою, какъ будто бы внутри сосуда находилось безвоздушное пространство. Водный растворъ этого газа извѣстенъ подъ названіемъ *нашатырнаго спирта* и приготовляется въ большихъ размѣрахъ введеніемъ газа въ сильно охлаждаемую воду. Подъ давленіемъ въ 7 атмосферъ, при средней температурѣ, амміачный газъ сгущается въ безцвѣтную жидкость, кипящую при—38,5°, а при—75° застывающую въ ледоподобную массу. Сгущенный помощью давленія, амміакъ употребляется въ новѣйшее время въ техникѣ для искусственнаго приготовленія льда, и примѣненіе это основано на законѣ скрытой теплоты; а именно: при быстромъ испареніи жидкости, безъ притока наружной теплоты, температура ея сильно понижается вслѣдствіе того, что теплота необходимая для образованія паровъ отнимается какъ отъ испаряющейся жидкости, также и отъ тѣлъ ее окружающихъ; и это пониженіе температуры тѣмъ значительнѣе, чѣмъ ниже точка кипѣнія жидкости и чѣмъ быстрѣе она испаряется. Льдоприготовительная машина Карé (Carré) (фиг. 18) состоитъ изъ двухъ крѣпкихъ желѣзныхъ цилиндровъ, соединенныхъ помощью изогнутой трубки. Цилиндръ *A* содержитъ водный амміачный растворъ, насыщенный при 0°; растворъ этотъ медленно нагрѣвается, а въ это же время сосудъ *B* хорошенько охлаждается холодною водою; теплота заставляетъ амміакъ удаляться изъ раствора и переходитъ въ сосудъ *B*, снабженный двойными стѣнками, и какъ только давленіе внутри послѣдняго достигнетъ выше 7-ми атмосферъ, амміакъ въ немъ сгущается въ жидкость. Когда такимъ-образомъ большая часть амміака вытѣснена изъ раствора, сосудъ *A* погружаютъ въ холодную воду, а предназначенную для замороженія жидкость вливаютъ въ пустоту сосуда *B*; причемъ амміакъ опять быстро улетучивается, такъ какъ весь газъ мгновенно поглощается водою и при этомъ внутри аппарата нѣтъ болѣе никакого давленія; вслѣдствіе этого сосудъ *B* быстро охлаждается ниже точки замерзанія, и жидкость превращается въ ледъ.

Ф. 18.

Амміакъ соединяется непосредственно со всѣми кислотами, образуя

такимъ-образомъ цѣлый рядъ соединеній, извѣстныхъ подъ названіемъ *амміачныхъ солей* и представляющихъ, по своимъ реакціямъ, величайшее сходство съ солями щелочныхъ металловъ. Водный растворъ амміака имѣетъ очень ѣдкій вкусъ (ѣдкій амміакъ), подобно воднымъ окисямъ этихъ металловъ, уничтожаетъ реакцію кислоты на лакмусъ или, какъ говорятъ, нейтрализуетъ кислоты и возстановляетъ голубой цвѣтъ покраснѣвшей лакмусовой бумаги; вслѣдствіе чего водный растворъ амміака и называли прежде *летучею щелочью*. Амміачный газъ не горитъ на воздухѣ, но зажигается въ кислородѣ и сгараетъ зелено-желтымъ пламенемъ, разлагаясь на воду и азотъ.

Проведенный чрезъ накаленную до́-красна фарфоровую трубку, наполненную обломками фарфора, или пемзою, амміакъ разлагается на азотъ и водородъ; подобное же разложеніе происходитъ, если пропускать чрезъ этотъ газъ долгое время сильныя электрическія искры; 2 объема амміака даютъ при этомъ 1 объемъ азота и 3 объема водорода; изъ чего и выведена частичная формула его NH^3.

---

5. Углеродъ.

Вѣсъ атома 12 = C.

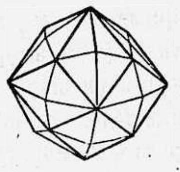
Углеродъ есть твердое тѣло, не плавящееся при самыхъ высокихъ температурахъ, какія мы только можемъ производить до сихъ поръ искусственнымъ образомъ. Въ чистомъ состояніи углеродъ встрѣчается въ природѣ въ двухъ совершенно отличныхъ формахъ: въ видѣ алмаза и графита, въ соединеніи же съ кислородомъ въ видѣ двуокиси углерода (называемой обыкновенно угольною кислотою). Углекислыя соли или угольныя соли образуютъ часто цѣлыя горныя породы, каковы, напримѣръ: углекальціева соль, являющаяся въ видѣ мрамора, мѣла, известника и т. д., и смѣсь углекальціевой и углемагнезіальной солей, составляющая породы, извѣстныя подъ названіемъ доломитовъ. Далѣе, углеродъ составляетъ самую важную и характеристическую составную часть растительныхъ и животныхъ веществъ. Мы уже говорили прежде, что растенія поглощаютъ изъ воздуха угольную кислоту и, подъ вліяніемъ свѣта, выдѣляютъ кислородъ; эта-то уголь-

ная кислота и составляетъ, повидимому, единственный источникъ, изъ котораго они заимствуютъ необходимый для нихъ углеродъ; животныя же, получающія посредственно или непосредственно свою пищу изъ міра растительнаго, поглощаютъ, напротивъ того, кислородъ и выдѣляютъ угольную кислоту. Такимъ образомъ круговоротъ углерода въ органической природѣ основывается на раскисленіи или редукціи, происходящей подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта въ тѣлѣ растеній, и на новомъ окисленіи въ тѣлѣ животныхъ. Органическія вещества, подверженныя, безъ доступа воздуха, высокой температурѣ, выдѣляютъ углеродъ въ формѣ пористаго угля.

Такимъ-образомъ мы имѣемъ здѣсь замѣчательное явленіе, что одинъ и тотъ же элементъ встрѣчается въ трехъ различныхъ состояніяхъ, представляющихъ, по своимъ внѣшнимъ явленіямъ или физическимъ свойствамъ, какъ-то: твердости, цвѣту, удѣльному вѣсу и т. д., крайнюю степень различія; въ химическомъ же отношеніи всѣ онѣ совершенно тождественны: всѣ три, сгарая въ кислородѣ, даютъ одно и то же соединеніе, именно двуокись углерода (угольную кислоту); причемъ 12 частей алмаза, графита, или угля, даютъ какъ разъ 44 части двуокиси углерода. Подобное явленіе мы уже видѣли и прежде, говоря о кислородѣ, который является въ видѣ обыкновеннаго кислорода и въ видѣ дѣятельнаго озона; его мы встрѣтимъ также и впослѣдствіи, при разсмотрѣніи нѣкоторыхъ другихъ элементовъ: такое свойство тѣлъ называется аллотропіею, и объ углеродѣ говорятъ, что онъ встрѣчается въ трехъ аллотропическихъ состояніяхъ.

Алмазъ встрѣчается въ кристаллахъ, принадлежащихъ къ правильной системѣ, формы (фиг. 19) которой могутъ быть получены изъ октаэдра; въ совершенно чистомъ состояніи алмазъ безцвѣтенъ; обыкновенно же болѣе или менѣе окрашенъ и встрѣчается въ наносной почвѣ въ Остъ-Индіи, на Борнео и въ Бразиліи. Удѣльный вѣсъ его колеблется между 3,3 и 3,5. Алмазъ имѣетъ сильный блескъ и изъ всѣхъ тѣлъ обладаетъ наибольшею твердостью и самою сильною лучепреломляемостью,— свойства дѣлающія его самымъ дорогимъ изъ драгоцѣнныхъ каменьевъ; такъ вслѣдствіе своей твердости онъ служитъ для разрѣзыванія листоваго стекла и для писанія на немъ. О способѣ образованія его въ природѣ мы незнаемъ ничего;

Ф. 19.



но несомнѣнно, что онъ не могъ произойдти при очень высокой температурѣ, такъ какъ нагрѣтый сильно, даже безъ доступа воздуха, алмазъ превращается въ массу, похожую на коксъ.

Вторая форма углерода, *графитъ*, встрѣчается также въ кристаллахъ, но уже отличныхъ по своей формѣ отъ кристалловъ алмаза и принадлежащихъ совершенно къ другой кристаллической системѣ. Тѣла кристаллизующіяся по двумъ кристаллическимъ системамъ называются *диморфными*. Кристаллы графита состоятъ изъ тоненькихъ шестисторонних сѣрыхъ пластинокъ; обыкновенно же графитъ встрѣчается въ природѣ въ большихъ массахъ, преимущественно въ Borrowdall, въ сѣверной Англіи и еще въ большемъ количествѣ въ Сибири и на о—вѣ Цейлонѣ. Графитъ есть темно-сѣрое, металлическое, блестящее тѣло, до такой степени мягкое, что чертитъ бумагу; удѣльный вѣсъ его между 2,15 и 2,35. Графитъ содержитъ часто землистыя примѣси, для очищенія отъ которыхъ его обработываютъ хлорнокаліевою солью и сѣрною кислотою; причемъ образуется своеобразное соединеніе, которое при нагрѣваніи разлагается, значительно увеличиваясь въ объемѣ и оставляя графитъ въ видѣ объемистаго порошка, изъ котораго сильнымъ прессованіемъ приготовляются твердыя пластинки, идущія на выдѣлку карандашей. Кромѣ того графитъ употребляютъ также для приданія блеска желѣзу и для сохраненія его отъ ржавчины; а также для полировки огнестрѣльнаго пороха. Графитъ образуется часто при приготовленіи чугуна, который въ расплавленномъ состояніи растворяетъ углеродъ, а при охлажденіи выдѣляетъ его въ формѣ графита.

Третья аллотропическая форма углерода отличается отъ двухъ предъидущихъ тѣмъ, что она не кристаллическая, а *аморфная*. Она образуется, какъ уже упомянуто, при сожиганіи органическихъ веществъ безъ доступа воздуха, причемъ летучія углеродистыя соединенія удаляются въ воздухъ, а большая часть углерода остается въ смѣси съ минеральными частями или пепломъ.

Въ самомъ чистомъ состояніи уголь встрѣчается въ ламповой или смоляной сажѣ, получаемой сожиганіемъ углеродистыхъ веществъ, какъ-то: смолы, скипидара и т. д. Вещества эти горятъ коптящимъ пламенемъ; причемъ часть углерода не сгараетъ, а выдѣляется изъ пламени въ мелко раздробленномъ состояніи и осаждается на холодныхъ тѣлахъ въ видѣ сажи. Древесный уголь чрезвычайно пористъ и плаваетъ въ водѣ до тѣхъ поръ, пока поры его наполнены воздухомъ; въ видѣ мелкаго порошка онъ тонетъ на дно. На этой пори-

стости угля основывается его способность поглощать газы, пахучія и красящіяся вещества: 1 объемъ свѣжепрокаленнаго древеснаго угля поглощаетъ 90 объемовъ аммiачнаго газа и 9 объемовъ кислорода. Древесный уголь употребляютъ для фильтрованія воды и какъ средство противъ зараженія въ анатомическихъ залахъ и госпиталяхъ. Поглощенные имъ газы, происходящіе отъ гніенія органическихъ веществъ, вѣроятно мало по малу окисляются въ его порахъ, воспринимаемымъ имъ кислородомъ и потому становятся безвредными. Костяной уголь употребляется на рафинадныхъ заводахъ, для обезцвѣчиванія сахарнаго раствора, и дѣйствуетъ при этомъ еще сильнѣе древеснаго угля; углеродъ находится въ немъ въ весьма мелкомъ раздѣленіи, будучи смѣшанъ съ 90% входящихъ въ составъ его минеральныхъ веществъ (фосфорнокальціевая соль).

Бурый и каменный уголь, и также торфъ, суть остатки первобытнаго растительнаго міра. При медленномъ разложеніи растительнаго вещества, безъ воздуха, выдѣляется главнымъ образомъ кислородъ и водородъ, и по мѣрѣ дальнѣйшаго хода этого процесса, органическіе остатки все болѣе и болѣе становятся богаты углеродомъ; при этомъ органическое строеніе мало по малу исчезаетъ, въ особенности если вещество подвержено сильному давленію налегающихъ на него горныхъ породъ. Нижеслѣдующая таблица показываетъ постепенно переходъ древесины въ различные роды ископаемаго горючаго матеріала:

	Составъ во 100 частяхъ, за вычетомъ пепла.		
	Углеродъ.	Водородъ.	Кислородъ и азотъ.
1. Древесина	52,65	5,25	42,10
2. Ирландскій торфъ.	60,02	5,88	34,10
3. Кельнскій бурый уголь. . .	66,96	5,25	27,76
4. Землистый уголь изъ Докса. . .	74,20	5,98	19,90
5. Свѣчной или пламенный уголь. .	85,81	5,58	8,34
6. Кам уголь изъ Ньюкестля. . .	88,42	5,61	5,97
7. Валлійскій антрацитъ. . . .	94,05	3,38	2,57

Обжиганіемъ каменнаго угля получается плотный сортъ угля, называемый *коксомъ;* удѣльный вѣсъ его колеблется между 1,6 и 2.

Коксъ высоко цѣнится, какъ горючій матеріалъ, доставляющій сильныя степени жара.

Окислы углерода.

Окись углерода СО.—Вѣсъ частицы 28.—Плотность 14.—Двуокись углерода CO^2.—Вѣсъ частицы 44.—Плотность 22.

Двуокись углерода.—(Угольная кислота) CO^2.

Двуокись углерода образуется всегда при горѣніи углерода въ избыткѣ воздуха, или кислорода; она находится и въ свободномъ состояніи—въ воздухѣ и въ водяномъ растворѣ—во многихъ минеральныхъ источникахъ (шипучіе источники). Въ вулканическихъ странахъ она выдѣляется въ огромномъ количествѣ изъ земли, какъ напр. изъ потухшихъ вулкановъ Эйфеля, въ собачьемъ гротѣ близъ Неаполя и на Явѣ. Для полученія чистой двуокиси углерода, разлагаютъ въ газоотдѣлительномъ аппаратѣ углекислую или угольную соль соляною, или сѣрною кислотою; обыкновенно употребляютъ для этого углекальціеву соль (мѣлъ или мраморъ), обливая ее соляною кислотою, причемъ съ шипѣніемъ выдѣляется углекислый газъ и образуется вода и хлористый кальцій:

$$CaCO^3 + 2HCl = CO^2 + CaCl^2 + H^2O.$$

Двуокись углерода есть газъ безцвѣтный, лишенный запаха и имѣющій слабо-кислый, рѣзкій вкусъ; удѣльный вѣсъ его 1,525; слѣдовательно онъ тяжелѣе воздуха, вслѣдствіе чего наполненіе сосуда этимъ газомъ, производится весьма легко; потому что проведенный на дно сосуда, онъ вытѣсняетъ находящійся въ немъ болѣе легкій воздухъ. Газъ этотъ достаточно растворимъ въ водѣ,—въ холодной болѣе, чѣмъ въ теплой; но при нагрѣваніи такого раствора онъ опять улетучивается. 1 объемъ воды растворяетъ при 0° 1,797, а при 20° 0,901 объема его; отношеніе это остается постояннымъ подъ какимъ бы давленіемъ газъ ни находился; но какъ вѣсъ того же объема газа измѣняется пропорціонально давленію, то поэтому поглощаемое водою вѣсовое количество двуокиси углерода, при одной и той же температурѣ, также пропорціонально давленію; значитъ, если при средней температурѣ и обыкновенномъ давленіи 1 куб. сантим. воды растворяетъ 1 кубическій сантиметръ или 1,529 милиграммовъ этого газа, то при давленіи въ 2 атмосферы и той же температурѣ, 1 С. С. воды растворяетъ также 1 С. С. или 3,058 милигр. этого газа и т. д. Подобное же отношеніе имѣетъ мѣсто и для другихъ газовъ,

растворимыхъ въ водѣ. Всякая ключевая вода содержитъ въ растворѣ углекислоту, послѣдняя-то и сообщаетъ такой водѣ свойственный ей освѣжающій вкусъ; въ большихъ же количествахъ газъ этотъ находится въ шипучихъ напиткахъ, какъ напр. въ содовой водѣ, шампанскомъ и т. п., которые насыщаются имъ посредствомъ давленія.

Сильнымъ давленіемъ, или же сильнымъ охлажденіемъ, двуокись углерода сгущается въ безцвѣтную, подвижную жидкость, кипящую при—76°. Давленіе газа при 0° равно 35,5, а при 30° 73,5 атмосферъ. При нагрѣваніи, жидкая двуокись углерода расширяется сильнѣе газообразной: 100 объемовъ ея при 0° занимаютъ при 10° 106 объёмовъ, между тѣмъ какъ углекислый газъ расширяется, при этомъ повышеніи температуры, только отъ 100 до 103,66 объема. Это исключеніе изъ общаго закона, по которому жидкія тѣла обладаютъ меньшимъ коэффиціентомъ расширенія, нежели газы, имѣетъ мѣсто и для другихъ газообразныхъ тѣлъ, сгущаемыхъ въ жидкость посредствомъ давленія.

Сгущеніе этого газа можно произвести или полученіемъ его въ крѣпкомъ закупоренномъ сосудѣ, причемъ онъ сгущается своимъ собственнымъ давленіемъ, подобно аммiаку въ льдоприготовительномъ аппаратѣ Карé (Carré), или же накачивая его нагнетательнымъ насосомъ въ крѣпкій желѣзный цилиндръ, охлаждаемый льдомъ; какъ только объемъ введеннаго газа станетъ въ 36 разъ больше внутренняго пространства сосуда, газъ начинаетъ сгущаться, и такимъ образомъ цилиндръ можетъ быть совершенно наполненъ жидкостью. Тогда, если открыть кранъ цилиндра и заставить, такимъ образомъ, жидкость вытекать изъ него струею, то часть ея принимаетъ газообразную форму, поглощая при этомъ столь большое количество теплоты, что остальная часть ее замерзаетъ въ видѣ снѣжныхъ хлопьевъ, которые можно собрать, заставляя жидкость входить въ тонкую продырявленную мѣдную чашечку. Твердая двуокись углерода дурно проводитъ теплоту и улетучивается на воздухѣ только весьма медленно; поэтому, несмотря на низкую температуру —78°, ее можно безопасно положить на руку и даже взять въ ротъ, такъ какъ постепенно выдѣляющійся при этомъ газъ образуетъ слой, препятствующій болѣе близкому прикосновенію ея къ кожѣ; сжатая же между пальцами, она производитъ обжогъ, подобно раскаленному желѣзу. Смѣшивая твердую двуокись углерода съ эѳиромъ и заставляя эту смѣсь быстро испаряться въ разряженномъ пространствѣ

подъ колоколомъ воздушнаго насоса, получаютъ пониженіе температуры до—100°. Запертая въ стеклянную трубку, жидкая двуокись углерода застываетъ въ этой охладительной смѣси, превращаясь въ льдоподобную массу.

Зажженная свѣча тухнетъ въ этомъ газѣ, точно также какъ сѣра и фосфоръ; нѣкоторые металлы, какъ напр. калій и магній, при нагрѣваніи въ этомъ газѣ, окисляются, выдѣляя уголь въ видѣ мелкаго порошка. Двуокись углерода дѣйствуетъ ядовито; она удушлива не только въ чистомъ состояніи, но даже будучи смѣшана съ достаточнымъ количествомъ воздуха; образуясь при спиртовомъ броженіи, а также при гніеніи органическихъ веществъ, она собирается, вслѣдствіе своей тяжести, въ погребахъ, гдѣ бродятъ жидкости, и старыхъ колодцахъ, причиняя часто несчастные случаи; если въ малыхъ помѣщеніяхъ, обитаемыхъ большимъ числомъ людей, воздухъ содержитъ больше 0,1% углекислоты, онъ становится вреднымъ для здоровья, хотя впрочемъ не столько отъ ядовитаго дѣйствія самаго газа, сколько отъ того, что при жизненномъ процессѣ отдѣляются нѣкоторыя другія летучія органическія вещества, имѣющія вредное вліяніе на здоровье; поэтому въ частныхъ и публичныхъ зданіяхъ необходимо наблюдать за хорошей вентиляціей.

Двуокись углерода, называемая обыкновенно угольною кислотою, находится въ такомъ же отношеніи къ углекислымъ солямъ, въ какомъ азотный ангидридъ находится къ азотнымъ солямъ. Въ сухомъ состояніи углекислый газъ не имѣетъ кислой реакціи; водяной же растворъ его хотя и окрашиваетъ лакмусовую бумагу, но только весьма слабо, и притомъ голубой цвѣтъ ея снова возстановляется при высушиваніи, причемъ двуокись углерода опять улетучивается; поэтому водный растворъ ея можно разсматривать какъ растворъ настоящей угольной кислоты или углеводородной соли H^2CO^3, неизвѣстной впрочемъ въ отдѣльномъ состояніи. Если ввести въ этотъ растворъ какую нибудь окись металла, то при этомъ образуется угольная соль; такъ, напримѣръ, при прибавленіи известковой воды (растворъ окиси кальція), жидкость становится молочнаго цвѣта, вслѣдствіе выдѣленія нерастворимой въ водѣ углекальціевой соли (углекислая известь):

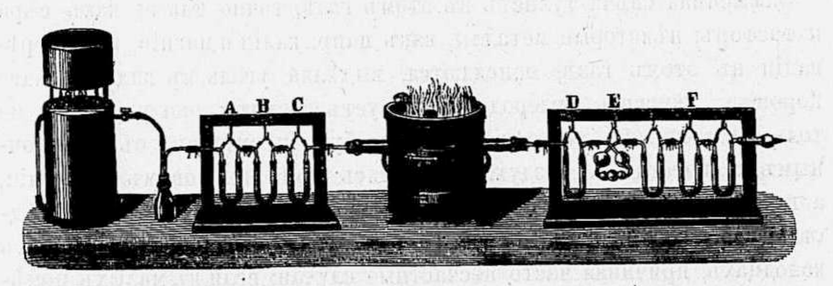
$$H^2CO^3 + CaO = CaCO^3 + H^2O.$$

Этою реакціею пользуются для открытія присутствія двуокиси углерода.

Для точнаго опредѣленія состава двуокиси углерода, сожигаютъ чистый углеродъ, алмазъ, графитъ или ламповую сажу въ струѣ

чистаго кислорода и опредѣляютъ при этомъ вѣсовое количество образовавшейся двуокиси углерода; для такого вѣсоваго синтеза служитъ аппаратъ, изображенный на фиг. 20-й.

Ф. 20.



Помѣщенный въ платиновую лодочку углеродъ вводятъ въ фарфоровую трубку, нагрѣваемую въ печи; одинъ конецъ трубки соединенъ посредствомъ сушильныхъ трубокъ A, B и C, съ газометромъ, наполненнымъ чистымъ кислородомъ; образующаяся двуокись углерода собирается въ висячихъ трубкахъ D, E и F, изъ которыхъ первыя двѣ, наполненныя растворомъ ѣдкаго кали, а въ послѣдней находится пемза, напитанная сѣрной кислотой и служащая для удержанія водянаго пара. Кислородъ пропускаютъ медленно, чрезъ аппаратъ до тѣхъ поръ, пока сгоритъ весь углеродъ; при этомъ лишній кислородъ выходитъ столь же сухимъ изъ аппарата, какъ и вошедшій въ него. Увеличеніе въ вѣсѣ трубокъ и дастъ вѣсъ образовавшагося окисла. При этомъ необходимо замѣтить, что алмазъ, какъ и графитъ, кромѣ углерода, содержитъ еще обыкновенно небольшое количество золы, которое, по окончаніи опыта, должно быть опредѣлено вторичнымъ взвѣшиваніемъ платиновой лодочки, и за тѣмъ вычтено изъ вѣса взятаго количества углерода. Другая мѣра предосторожности, которую слѣдуетъ имѣть въ виду при этомъ опредѣленіи, состоитъ въ наполненіи передней части трубки пористою окисью мѣди, служащею для превращенія въ двуокись углерода окиси его, могущей образоваться вслѣдствіе несовершеннаго сгаранія углерода. Результатъ такого опредѣленія состава двуокиси углерода показалъ, что 100 вѣсовыхъ частей ея состоятъ изъ

углерода.	27,27
кислорода.	72,73
	100,00

Для полученія изъ этихъ чиселъ химической формулы соединенія, нужно раздѣлить ихъ на атомные вѣса элементовъ:

$$\frac{27,27}{12} = 2,2725, \frac{72,73}{16} = 4,5450.$$

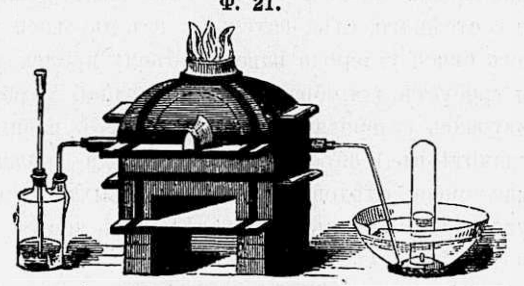
Эти числа относятся точно какъ 1 : 2, или на 1 атомъ углерода, находятся въ этомъ соединеніи 2 атома кислорода и простѣйшая формула, выводимая отсюда, есть CO^2. Но какъ вѣсъ частицы двуокиси углерода 44, то, значитъ, въ 2-хъ объемахъ этого газа содержится 16 вѣсовыхъ частей или 2 объема кислорода, и это легко доказать на опытѣ, сожигая точно опредѣленный объемъ углерода въ избыткѣ кислорода; по возстановленіи первоначальной температуры и найдемъ, что объемъ остался тотъ же самый; поэтому объемъ двуокиси углерода содержитъ равный ему объемъ кислорода.

Окись углерода CO.

Окись углерода образуется пропусканіемъ двуокиси его чрезъ древесный уголь, накаливаемый въ фарфоровой трубкѣ (фиг. 21):

$$CO^2 + C = 2CO.$$

Ф. 21.



Ее легко получить въ чистомъ видѣ, также и изъ многихъ другихъ углеродистыхъ соединеній; такъ, напримѣръ, нагрѣвая щавелевую кислоту, $C^2H^2O^4$, съ крѣпкой сѣрной кислотой, получаютъ смѣсь равныхъ объемовъ двуокиси углерода съ окисью его и воду:

$$C^2H^2O^4 = CO + CO^2 + H^2O;$$

но двуокись углерода легко поглотитъ растворъ водной окиси калія и получимъ такимъ образомъ чистую окись углерода. Это дѣйствіе сѣрной кислоты основано на большомъ сродствѣ ея къ водѣ, вслѣдствіе котораго она не только отнимаетъ ее у различныхъ тѣлъ, но даже образуетъ ее изъ ея элементовъ, будучи приведена въ соприкосновеніе съ веществами, содержащими эти послѣдніе. Муравьиная кислота подобнымъ же образомъ разлагается сѣрною кислотою на окись углерода и воду:

$$CH^2O^2 = CO + H^2O.$$

Окись углерода есть газъ постоянный, безъ цвѣта и запаха, имѣющій удѣльный вѣсъ 0,969 и малорастворимый въ водѣ. Онъ весьма

ядовитъ и причиняетъ смерть, будучи принятъ даже въ незначительномъ количествѣ. Несчастные случаи, происходящие часто при употребленіи жаровень и при закрываніи печныхъ трубъ, должны быть приписаны ядовитому дѣйствію этого газа. Окись углерода легко воспламеняется и, сгарая красиво-голубымъ пламенемъ, обращается въ углекислый газъ. Голубое пламя, замѣчаемое всегда въ массѣ неперегорѣвшихъ углей и есть горящая окись углерода. Нагрѣваемая въ закрытыхъ сосудахъ съ водной окисью калія, окись углерода соединяется съ послѣднею, образуя муравьинокаліевую соль:

$$KHO + CO = KHCO^2.$$

Это есть реакція, противоположная реакціи образованія окиси углерода изъ муравьиной кислоты и, вмѣстѣ съ тѣмъ, реакція прямаго образованія, изъ самихъ элементовъ, соединенія, происходящаго въ животномъ организмѣ. Составъ окиси углерода легко опредѣлить сожиганіемъ въ эвдіометрѣ: 2 объема ея, соединяясь съ 1 объемомъ кислорода, даютъ 2 объема газа, вполнѣ поглощаемаго ѣдкимъ кали и состоящаго, слѣдовательно, изъ двуокиси углерода. Поэтому объемъ окиси углерода равенъ объему происходящей угольной кислоты и требуетъ для образованія послѣдней $^1/_2$ объема кислорода. Но какъ двуокись углерода содержитъ въ себѣ равный ей объемъ кислорода, значитъ въ 1 объемѣ окиси углерода должно находиться $^1/_2$ объема кислорода; слѣдовательно 28 вѣсовыхъ частей или 2 объема окиси углерода, состоятъ изъ 16 вѣсовыхъ частей или 1 объема кислорода и 12 вѣсовыхъ частей углерода.

УГЛЕРОДЪ И ВОДОРОДЪ.

Углеродъ образуетъ съ водородомъ обширный рядъ соединеній, представляющихъ собою тѣла твердыя, жидкія и газообразныя; но еще значительнѣе число соединеній, состоящихъ изъ углерода, водорода и кислорода, а многіе содержатъ въ себѣ, кромѣ этого, еще и азотъ; такъ-что число углеродистыхъ соединеній гораздо значительнѣе всей совокупности соединеній, образуемыхъ всѣми остальными элементами. Многія изъ углеродистыхъ соединеній суть продукты животнаго и растительнаго царства; мы ихъ разсмотримъ ближе въ отдѣлѣ углеродистыхъ соединеній или въ Органической Химіи, теперь же приведемъ только нѣкоторыя изъ болѣе простыхъ соединеній этого рода.

Болотный газъ или водородный метилъ, CH^4.

Газъ этотъ встрѣчается весьма часто подъ именемъ рудничнаго газа въ каменноугольныхъ копяхъ, гдѣ онъ образуетъ такъ называемый *гремучій воздухъ*; далѣе, образуясь также при медленномъ разложеніи органическихъ веществъ безъ доступа воздуха, онъ выдѣляется со дна болотъ и стоячихъ водъ, почему и получилъ свое обыкновенное названіе болотнаго газа. Во многихъ мѣстностяхъ онъ выходитъ изъ земли, какъ напримѣръ на берегахъ Каспійскаго моря, близъ Баку, гдѣ священные огни горятъ уже съ древнихъ временъ. Болотный газъ нельзя получить прямымъ соединеніемъ его элементовъ, а образуется онъ при пропусканіи чрезъ раскаленную мѣдь смѣси паровъ сѣрнистаго углерода съ сѣрнистоводороднымъ газомъ, какъ видно по уравненію:

$$8Cu + CS^2 + 2H^2S = 4Cu^2S + CH^4.$$

Чистый болотный газъ получается нагрѣваніемъ уксусонатріевой соли (уксуснокислый натръ) съ водною окисью натрія, причемъ образуется угленатріевая соль:

$$\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ CO^2Na \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} H \\ Na \end{matrix}\right\} O = CH^4 + Na^2CO^3.$$

Болотный газъ безцвѣтенъ, не имѣетъ запаха и горитъ блѣднымъ голубоватымъ пламенемъ. Съ двойнымъ объемомъ кислорода, или же съ 10-ью объемами воздуха, онъ образуетъ смѣсь дающую отъ прикосновенія съ пламенемъ сильный взрывъ. Составъ болотнаго газа можетъ быть опредѣленъ весьма точно посредствомъ эвдіометрическаго сожиганія; причемъ 1 объемъ газа, соединяясь съ 2 объемами кислорода, образуетъ 1 объемъ угольной кислоты; значитъ, одна часть кислорода употребляется для образованія угольной кислоты, а другая для образованія воды; поэтому 2 объема газа должны содержать 4 объемныхъ или 4 вѣсовыхъ части водорода въ соединеніи съ 12-ью вѣсовыми частями углерода; а слѣдовательно формула этого газа CH^4.

Ацетиленъ, C^2H^2.

Газъ этотъ образуется непосредственнымъ соединеніемъ углерода съ водородомъ, только при накаливаніи угольныхъ остроконечій посредствомъ сильнаго гальваническаго тока, если такое накаливаніе углей, сопровождаемое, какъ извѣстно, появленіемъ между ними свѣтовой дуги, произвести въ сосудѣ, въ присутствіи пропускаемой черезъ него струи водорола. Далѣе ацетиленъ образуется какъ продуктъ разложенія органическихъ веществъ при ихъ нагрѣваніи; а

также при несовершенномъ сгаранiи многихъ углеродистоводородныхъ соединенiй. Газъ этотъ безцвѣтенъ, горитъ весьма яркимъ пламенемъ, содержащимъ копоть, и отличается характернымъ непрiятнымъ запахомъ, замѣчаемымъ часто при горѣнiи тѣлъ коптящимъ пламенемъ; съ нѣкоторыми металлами, какъ напр. мѣдью и серебромъ, онъ вступаетъ въ соединенiе, образуя тѣла, характеризующiяся весьма легкою разлагаемостью, сопровождаемою взрывомъ; подобнымъ же образомъ ацетиленъ соединяется непосредственно съ водородомъ, образуя нижеслѣдующiй углеродистый водородъ, этиленъ:

$$C^2H^2 + H^2 = C^2H^4.$$

Этиленъ или маслородный газъ, C^2H^4.

Этотъ углеродистый водородъ, образующiйся при сухой перегонкѣ многихъ органическихъ веществъ, есть главная составная часть свѣтильнаго газа. Въ чистомъ видѣ этиленъ можетъ быть полученъ изъ алкооля, отнятiемъ у него элементовъ воды, посредствомъ нагрѣванiя одной части алкооля съ 5-ью или 6-ью частями концентрированной сѣрной кислоты:

$$C^2H^6O = C^2H^4 + H^2O.$$

Это есть газъ безцвѣтный, горящiй весьма яркимъ пламенемъ, обладающiй эѳирнымъ запахомъ и при — 110° сгущающiйся въ безцвѣтную жидкость; сожиганiе смѣси этого газа съ 3-мя объемами кислорода, или съ 15-ью объемами воздуха, сопровождается сильнымъ взрывомъ и, произведенное въ эвдiометрѣ, даетъ въ результатѣ 2 объема углекислаго газа; значитъ 1 объемъ кислорода соединился при этомъ съ водородомъ; а слѣдовательно, на одно и то же количество водорода этиленъ содержитъ вдвое болѣе углерода, чѣмъ болотный газъ и имѣетъ, поэтому, формулу C^2H^4. Названiе маслороднаго, газъ этотъ получилъ вслѣдствiе того, что при соединенiи съ равнымъ объемомъ хлорнаго газа образуетъ маслянистую жидкость, хлористый этиленъ, $C^2H^4Cl^2$.

Свѣтильный газъ.

Столь обыкновенный газъ, употребляющiйся въ настоящее время для искусственнаго освѣщенiя, получается главнымъ образомъ сухою перегонкою каменнаго угля, рѣже дерева, посредствомъ нагрѣванiя ихъ въ закрытыхъ чугунныхъ, или же огнеупорныхъ глиняныхъ цилиндрахъ; при этомъ образуется довольно значительное количество летучихъ соединенiй, частiю жидкихъ, частiю газообразныхъ и получающiйся остатокъ состоитъ изъ нечистаго углерода, называемаго коксомъ. Летучiя соединенiя суть: свѣтильный газъ, газообразный деготь, вода и аммiакъ; изъ нихъ деготь, состоящiй главнымъ образомъ изъ смѣси разныхъ углеродистыхъ водородовъ, находитъ въ настоящее время довольно обширное употребленiе для полученiя бензола, анилина, ламповаго и смазочнаго масла, асфальта и т. д.; аммiакъ же составляетъ главный источникъ полученiя разныхъ аммонiакальныхъ солей, идущихъ въ продажу. Свѣтильный газъ также состоитъ изъ смѣси разныхъ газообразныхъ веществъ, изъ которыхъ наиболѣе важныя суть: маслородный газъ C^2H^4 и два весьма сходные съ ними углеродистые водорода: C^3H^6 и C^4H^8; всѣ три горятъ весьма яркимъ пламенемъ. Кромѣ того, въ немъ находится еще небольшое количество ацетилена и болѣе значительныя количества болотнаго газа, водорода и окиси углерода; а въ неочищенномъ свѣтильномъ газѣ, сверхъ того, еще углекислый газъ и сѣрнистые: углеродъ и водородъ; эти послѣднiя соединенiя уменьшаютъ доброту свѣтильнаго газа; а потому, для отдѣленiя отъ нихъ, его пропускаютъ предварительно черезъ рядъ очистительныхъ аппаратовъ, а затѣмъ уже собираютъ въ газометры. Смотря по качеству каменнаго угля, а также по степени нагрѣванiя, составъ газа значительно измѣняется, какъ показываетъ слѣдующая таблица:

100 объемныхъ частей содержатъ.	Газъ изъ свѣчнаго или пламеннаго угля.	Газъ изъ обыкновен. каменнаго угля.
Водорода	25,82	47,60
Болотнаго газа	51,20	41,53
Тяжелыхъ углеродистыхъ водородовъ	13,06	3,05
Окиси углерода	7,85	7,82
Азота, кислорода и углекислаго газа	2,07	—
Сила свѣта	34,4	13,0

Доброта газа для освѣщенiя, или сила его свѣта, опредѣляется сравненiемъ яркости его пламени съ пламенемъ свѣчи; такъ напр. въ предъидущей таблицѣ газовое пламя, получаемое при сгаранiи 5-ти кубическихъ футовъ газа въ часъ, сравнивается съ пламенемъ спермацетовой свѣчи, сожигающимъ въ часъ 120 грановъ спермацета; на основанiи подобнаго сравненiя и говорятъ, напр., что свѣтъ такого-то каменноугольнаго газа равенъ 34,4, а свѣтъ другаго каменноугольнаго газа 13-ти свѣчамъ.

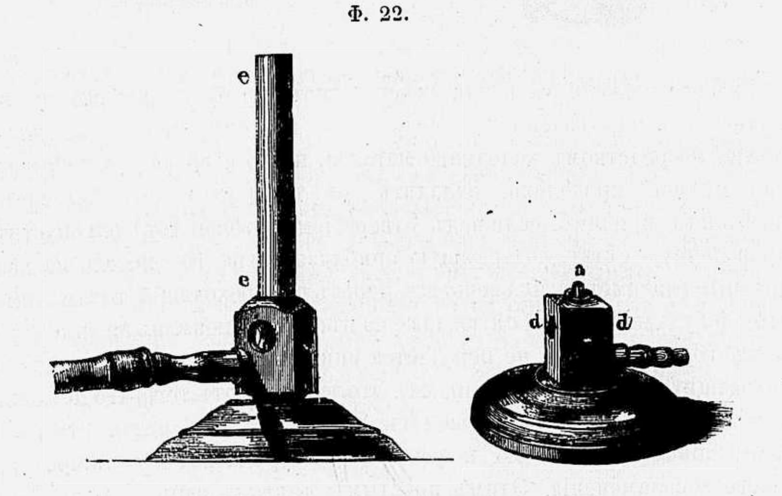
Строеніе пламени.

Пламя есть ни что иное, какъ горящее газообразное или парообразное вещество, свѣтящееся вслѣдствіе накаливанія его частицъ теплотою, отдѣляющеюся при химическихъ процессахъ, въ немъ происходящихъ; такъ напр. пламя водорода, горящаго въ воздухѣ, состоитъ изъ накаленныхъ частицъ водорода и кислорода, приводимыхъ въ это раскаленное состояніе теплотою, развиваемою сгараніемъ водорода, т. е. химическимъ процессомъ соединенія его съ кислородомъ; таково же происхожденіе и пламени кислорода, если пропустить этотъ газъ изъ тонкаго отверзтія въ сосудъ, наполненный водородомъ и зажечь послѣдній. Температура различныхъ сортовъ пламени весьма не одинакова и вовсе не зависитъ отъ его яркости; такъ напр. температура пламени гремучаго газа столь велика, что въ немъ плавится платина и сгараетъ желѣзо, подобно труту; а между тѣмъ при дневномъ свѣтѣ пламя это едва замѣтно; это потому, что яркость пламени не обусловливается исключительно его температурою, а зависитъ главнымъ образомъ отъ того — находятся ли въ пламени твердыя частицы, нагрѣваемыя при этомъ до бѣлаго каленія, или же ихъ нѣтъ; доказательствомъ этому служитъ весьма яркій свѣтъ, издаваемый известью, накаленною въ горящей струѣ водорода и кислорода. Такъ, фосфоръ горитъ ярко свѣтящимъ пламенемъ потому, что образующійся при этомъ окиселъ его есть тѣло твердое; сѣра же, напротивъ того, даетъ при горѣніи газообразный окиселъ, оттого и горитъ она пламенемъ блѣднымъ; по той же причинѣ тусклое пламя горящаго водорода становится яркимъ при введеніи въ него весьма мелкихъ частичекъ угля или сажи; точно также, различіе въ яркости пламени болотнаго газа и этилена основывается на томъ, что при горѣніи этилена, болѣе богатаго содержаніемъ углерода, частички послѣдняго выдѣляются въ твердомъ видѣ, между тѣмъ какъ при горѣніи болотнаго газа весь углеродъ его тотчасъ же превращается въ угольную кислоту. Свѣтъ газа и пламя свѣчи зависятъ отъ тѣхъ же самыхъ причинъ.

Въ пламени свѣчи можно отличить 3 части: внутренній темный конусъ; онъ состоитъ изъ свѣтильнаго газа, образующагося при разложеніи горящаго воска или сала. Конусъ этотъ окруженъ свѣтящеюся оболочкою, въ которой происходитъ распаденіе свѣтильнаго газа, а именно: водородъ его сожигается притекающимъ къ пламени снаружи кислородомъ, между тѣмъ какъ углеродъ выдѣляется въ видѣ весьма мелкихъ частичекъ угля, раскаленныхъ до-бѣла отъ дѣйствія жара, развиваемаго горѣніемъ водорода. Эти-то раскаленныя частицы углерода и сообщаютъ пламени его свѣтимость; въ присутствіи ихъ въ пламени легко убѣдиться посредствомъ холоднаго тѣла, которое, будучи внесено въ него, охлаждаетъ эти раскаленныя частицы угля и вслѣдствіе того онѣ садятся на немъ въ видѣ копоти или сажи. Свѣтящійся конусъ окруженъ весьма тонкою голубоватою оболочкою, въ которой находящійся въ избыткѣ кислородъ сожигаетъ накаленный въ предъидущей оболочкѣ уголь, образуя углекислый газъ. Для нагляднаго убѣжденія въ томъ, что такое пламя есть ни что иное, какъ горящій газъ или паръ, для этого стоитъ только взять открытую съ обоихъ концовъ стеклянную трубку и вставить ее въ середину пламени, тогда, неуспѣвшій перегорѣть газъ или паръ, находящійся въ пламени, войдетъ въ трубку и можетъ быть зажженъ при выходѣ изъ нея.

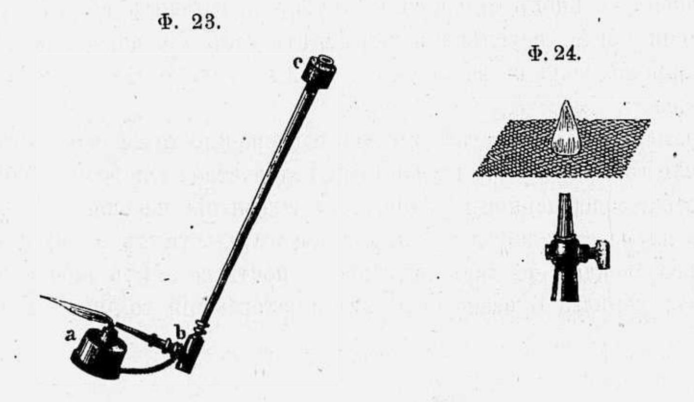
Пламя свѣтильнаго газа имѣетъ совершенно то же самое строеніе; но если въ середину его ввести такое количество кислорода, чтобы происходило совершенное горѣніе, безъ выдѣленія частичекъ углерода, тогда пламя становится тусклымъ; доказательствомъ этому служитъ употребляющаяся въ настоящее время почти во всѣхъ лабораторіяхъ газовая горѣлка Бунзена (фиг. 22): притекающій со дна ея свѣтильный газъ смѣшивается сначала съ воздухомъ, входящимъ въ нее черезъ каналъ d, и затѣмъ уже выходя изъ отверзтія a, поднимается въ трубку e и горитъ на верхнемъ концѣ ея блѣднымъ пламенемъ безъ

Ф. 22.



копоти. Закрывая же воздушный каналъ *d*, мы получаемъ обыкновенное блестящее пламя, содержащее копоть. Если чрезъ паяльную трубку (фиг. 23, инструментъ, употребляемый весьма часто при химическихъ изслѣдованiяхъ для накаливанiя, расплавленiя, окисленiя и возстановленiя тѣлъ въ небольшомъ количествѣ) станемъ дуть въ пламя свѣчи, или же въ блестящее пламя газа, то получимъ пламя паяльной трубки, въ которомъ можно отличить двѣ части: внутреннiй голубоватый конусъ, въ которомъ происходитъ несовершенное горѣнiе, — *возстановляющее пламя* и внѣшнюю желтоватую оболочку, содержащую избытокъ кислорода, — *окислительное пламя*.

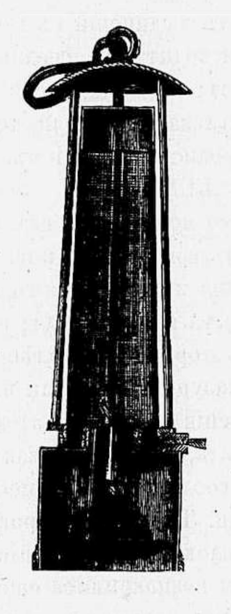
Ф. 23. Ф. 24.

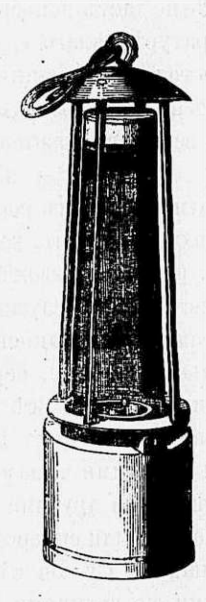


Каждый горючiй газъ, или смѣсь газовъ, требуетъ для своего воспламененiя опредѣленной температуры; поэтому небольшое пламя можно посредствомъ холоднаго металла, напр. посредствомъ спирали изъ мѣдной проволоки, охладить до того, что оно погаснетъ; по этой же причинѣ, если надъ отверзтiемъ газовой горѣлки опустить проволочную сѣтку, содержащую приблизительно 100 петель на квадратный сантиметръ, и зажечь газъ, черезъ нее проходящiй, то замѣтимъ, что, при удаленiи такой сѣтки даже на нѣсколько дюймовъ надъ отверзтiемъ горѣлки, пламя не передается внизъ къ смѣси горючихъ газовъ, находящихся подъ сѣткою (фиг. 24). Это зависитъ отъ того, что металлическiя проволоки сѣтки проводятъ теплоту столь быстро, что газъ, находящiйся подъ сѣткою, не успѣваетъ нагрѣваться до температуры своего воспламененiя. Этимъ простымъ фактомъ сэръ Гумфри Дэви воспользовался при устройствѣ своей предохранительной лампы для каменноугольныхъ копей. Это есть небольшая масляная лампа, помѣщенная въ цилиндръ изъ проволочной сѣтки (фиг. 25); необходимый

для горѣнiя воздухъ имѣетъ свободный доступъ чрезъ отверзтiе сѣтки, между тѣмъ какъ пламя не можетъ выходить чрезъ нихъ наружу

Ф. 25.





изъ цилиндра; такъ что съ подобною лампою рудокопъ безопасно можетъ войти въ пространство, наполненное взрывчатою смѣсью, и послѣдняя не воспламеняется, хотя, проходя въ цилиндръ, она и можетъ производить въ немъ небольшiе взрывы. Такимъ образомъ, лампа эта сама уже подаетъ и предостерегательные сигналы рудокопу, который, замѣчая подобные взрывы, можетъ еще во-время удалиться изъ опаснаго мѣста, что въ особенности становится необходимымъ, когда проволочная сѣтка начинаетъ накаливаться, потому что тогда вслѣдствiе прекращенiя охлажденiя, производимаго сѣткою, проходящее черезъ нее пламя изъ цилиндра зажигаетъ взрывчатую смѣсь.

УГЛЕРОДЪ И АЗОТЪ.

Синеродистыя соединенія.

Углеродъ не даетъ непосредственныхъ соединеній съ азотомъ, даже при температурѣ бѣлаго каленія; происходитъ же соединеніе этихъ элементовъ только косвеннымъ образомъ; такъ напр. если пропустить азотъ чрезъ накаленную смѣсь угля и углекаліевой соли, то при этомъ образуется вещество, называемое синеродистымъ каліемъ, KCN:

$$K^2CO^3 + 2N + 4C = 2KCN + 3CO.$$

Фабричнымъ образомъ соединеніе это получается изъ азотистыхъ органическихъ веществъ, какъ то: обрѣзковъ кожъ, ногтей, копытъ, волосъ и т. п., посредствомъ накаливанія ихъ съ ѣдкимъ кали.

Синеродистый калій служитъ исходнымъ пунктомъ для цѣлаго ряда довольно важныхъ соединеній, изъ которыхъ наиболѣе извѣстныя суть: синильная кислота, берлинская лазурь и синькали или желѣзистосинеродистый калій. Всѣ эти соединенія содержатъ атомную группу CN, играющую въ нихъ роль элемента, потому что какъ сама она замѣщается простыми тѣлами, такъ и соединенные съ нею элементы могутъ замѣщаться другими элементами. Такую группировку CN называютъ ціаномъ или синеродомъ (отъ словъ κυανος — синій) и обозначаютъ ее знакомъ Cy. Впослѣдствіи мы познакомимся еще со многими подобными же группами, называемыми *сложными радикалами*.

Если синеродистый калій нагрѣвать въ ретортѣ вмѣстѣ съ разбавленною сѣрною кислотою, то при этомъ перегоняется водяной растворъ синильной кислоты или синеродистый водородъ, HCN:

$$K^2SO^4 = \begin{array}{c|c} K & CN \\ K & CN \\ SO^4 & H^2 \end{array} = 2CNH.$$

При смѣшиваніи перегнанной жидкости съ окисью ртути, получается синеродистая ртуть $Hg\left\{\begin{matrix}CN\\CN\end{matrix}\right.$, дающая при выпариваніи раствора бѣлыя кристаллическія иглы; при пропусканіи же чрезъ такую сухую соль сѣрнистаго водорода, образуется сѣрнистая ртуть и синильная кислота, не содержащая воды:

$$Hg\left\{\begin{matrix}CN\\CN\end{matrix}\right. + H^2S = HgS + 2CNH.$$

Такая безводная синильная кислота представляетъ безцвѣтную, весьма летучую жидкость, съ пронзительнымъ сильнымъ запахомъ, похожимъ на запахъ горькихъ миндалей, кипящую при 26,5°, а при —15° застывающую въ кристаллическую массу. Кислота эта составляетъ одинъ изъ самыхъ сильнѣйшихъ ядовъ и дѣйствуетъ ядовито не только будучи сама введена въ желудокъ, но даже паръ ея при вдыханіи въ незначительномъ количествѣ производитъ смерть; поэтому нужно быть весьма осторожнымъ при полученіи такой безводной кислоты.

Синеродистый газъ или синеродъ $\left\{\begin{matrix}CN\\CN\end{matrix}\right.$ можетъ быть полученъ изъ синеродистой ртути, распадающейся при нагрѣваніи на этотъ газъ и металлическую ртуть. Подобно синильной кислотѣ, газъ этотъ безцвѣтенъ, обладаетъ свойственнымъ ей запахомъ и ядовитостью, растворимъ въ водѣ и при давленіи въ 4 атмосферы сгущается въ жидкость; будучи зажженъ, горитъ образуя красивое пурпуровое пламя, превращаясь въ углекислый газъ и азотъ; проведенный же чрезъ накаленный калій, онъ превращаетъ послѣдній въ синеродистый калій:

$$\left.\begin{matrix}CN\\CN\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}CN\\K\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}CN\\K\end{matrix}\right\}.$$

---

6. Хлоръ.

Атомный вѣсъ 35,5 = Cl. — Плотность 35,5.

Элементъ этотъ встрѣчается въ природѣ только въ видѣ соединеній, именно съ металлами, и важнѣйшее изъ такихъ соединеній есть хлористый натрій или поваренная соль NaCl, изъ которой и можетъ быть полученъ свободный хлоръ, посредствомъ нагрѣванія ея съ двуокисью марганца и сѣрною кислотою, причемъ какъ побочные продукты получаются соли: сѣрномарганцовая и сѣрнонатріевая:

$$2NaCl + MnO^2 + 2H^2SO^4 = 2Cl + Na^2SO^4 + MnSO^4 + H^2O.$$

Для этого берутъ обыкновенно равныя вѣсовыя количества перекиси марганца и поваренной соли и вводятъ эту массу въ холодную смѣсь изъ двухъ частей сѣрной кислоты и двухъ частей воды; тогда при слабомъ нагрѣваніи образуется непрерывная струя хлорнаго газа. Хлоръ открытъ *Шеле* въ 1774 году; это есть зеленовато-желтый газъ (χλωρος, зеленовато-желтый), обладающій характернымъ рѣзкимъ запахомъ; при вдыханіи его даже въ незначительномъ количествѣ, онъ производитъ кашель и давленіе въ груди, въ большемъ количествѣ

воспаленіе слизистыхъ оболочекъ, кровавый кашель и, наконецъ, самую смерть; удѣльный вѣсъ его 2,45. Подверженный давленію въ 5 атмосферъ, газъ этотъ сгущается въ желтую жидкость, которую до сихъ поръ еще не удалось довести до замерзанія. Хлоръ достаточно растворимъ въ водѣ; при 15° одинъ объемъ воды растворяетъ 2,37 объема его. Обладая большимъ удѣльнымъ вѣсомъ противъ воздуха, газъ этотъ можетъ быть собранъ просто проведеніемъ его на дно стклянки, потому что входя въ нее онъ вытѣсняетъ находящійся въ ней воздухъ; или же его собираютъ надъ теплою водою, такъ-какъ ртуть не можетъ быть употреблена для этой цѣли, потому что хлоръ вступаетъ съ нею въ прямое соединеніе, какъ и со всѣми другими металлами. Такъ, если ввести въ него поддѣльное листовое золото (мѣдь), то оно сгараетъ въ немъ, превращаясь въ хлористую мѣдь; истертый въ порошокъ мышьякъ или сурьма, всыпанные въ стклянку съ хлорнымъ газомъ, также сгараютъ въ немъ и, падая на дно стклянки въ видѣ огненнаго дождя, превращаются при этомъ въ соотвѣтственныя хлористыя соединенія; фосфоръ также воспламеняется въ этомъ газѣ самъ собою и сгараетъ съ отдѣленіемъ зеленоватаго пламени. Особенное же стремленіе выказываетъ хлоръ къ соединенію съ водородомъ (который также считается металломъ), и при смѣшеніи равныхъ объемовъ этихъ обоихъ газовъ получается гремучій хлорный газъ, который, будучи приведенъ въ прикосновеніе съ пламенемъ, или же подверженный дѣйствію солнечнаго свѣта, сильно взрываетъ, образуя хлористый водородъ; отъ этой-то причины и зависитъ распаденіе хлорной воды, при дѣйствіи на нее солнечнаго свѣта, причемъ желтый цвѣтъ раствора пропадаетъ, потому что находящійся въ немъ хлоръ соединяется съ водородомъ воды; кислородъ же выдѣляется въ свободномъ состояніи. Зажженная свѣча, внесенная въ хлористый газъ, не тухнетъ, а продолжаетъ горѣть въ немъ зелено-краснымъ сильно коптящимъ пламенемъ, и послѣднее зависитъ отъ того, что хлоръ соединяется при этомъ только съ водородомъ (свѣтильнаго газа), углеродъ же выдѣляется въ свободномъ состояніи. На этомъ же основаніи понятно выдѣленіе густаго облака копоти, если въ стклянку, наполненную хлорнымъ газомъ, бросить кусокъ бумаги, напитанной терпентиннымъ масломъ (соединеніе углерода съ водородомъ). Отъ этого сильнаго сродства къ водороду зависитъ способность хлора разрушать красящія органическія вещества въ присутствіи воды; такъ напр. хлопчатая бумага, окрашенная крапомъ или индиго, будучи введена въ сухой хлорный газъ, не теряетъ своего цвѣта; между тѣмъ

какъ онъ быстро пропадаетъ отъ прибавленія къ газу нѣсколькихъ капель воды, потому что хлоръ соединяется при этомъ съ водородомъ воды, освобождающійся же кислородъ и дѣйствуетъ какъ бѣлильное средство, разрушая красящее вещество посредствомъ окисленія. На этомъ-то окисленіи и основано бѣленіе тканей посредствомъ хлора, и вся разница между хлорнымъ бѣленіемъ и луговымъ состоитъ въ томъ, что въ послѣднемъ случаѣ кислородъ воздуха окисляетъ, подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта, красящее вещество только весьма медленно; между тѣмъ какъ въ первомъ случаѣ окисляющее дѣйствіе кислорода, въ моментъ его выдѣленія (in statu nascendi) изъ воды, несравненно сильнѣе, а потому и самое бѣленіе ткани совершается гораздо быстрѣе.

Ранѣе мы уже видѣли примѣры того, что элементы въ моментъ своего выдѣленія изъ соединеній выказываютъ гораздо большую химическую энергію, противъ той, которою они обладаютъ въ свободномъ уже состояніи; такъ напр. азотная кислота не раскисляется въ амміакъ дѣйствіемъ свободнаго водорода; будучи же введена въ жидкость, выдѣляющую водородъ, она распадается на воду и амміакъ. Это зависитъ отъ того, что при свободномъ состояніи элемента каждая малѣйшая частичка его состоитъ не изъ одного только атома, но изъ цѣлой группы атомовъ, или изъ частицы (molécule); подобно тому, какъ частица соединенія состоитъ изъ двухъ, или большаго числа разнородныхъ атомовъ, точно также частица элемента состоитъ изъ соединенія между собою атомовъ однородныхъ. При этомъ весьма замѣчательно то обстоятельство, что *всѣ частицы, какъ элементовъ, такъ и соединеній, всѣ занимаютъ въ газообразномъ состояніи одинаковые объемы*; такъ, свободный хлоръ состоитъ изъ $\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\}$, водородъ изъ $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}$, кислородъ $\left.\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\}$; подобнымъ же образомъ свободный синеродистый газъ $\left.\begin{matrix}CN\\CN\end{matrix}\right\}$; поэтому, если въ моментъ своего выдѣленія изъ соединенія элементъ не встрѣчаетъ вещества, на которое бы могъ дѣйствовать химически, тогда отдѣльные его атомы образуютъ подобныя группы только между собою, и элементъ такимъ образомъ является въ свободномъ состояніи; но если же освобожденіе элемента совершается въ присутствіи вещества, химически ему сроднаго, тогда атомы элемента стремятся соединиться уже не между собою, а съ атомами этого вещества; и въ этомъ случаѣ послѣдніе подвержены

полному дѣйствію химической притягательной силы свободныхъ атомовъ (освобождающагося) элемента, между тѣмъ какъ въ томъ случаѣ, когда этотъ элементъ дѣйствуетъ на такое вещество, находясь уже въ свободномъ состояніи, т. е. когда атомы его успѣли уже сгруппироваться между собою въ частицы, то въ этомъ случаѣ, прежде нежели произойдетъ химическое взаимно-дѣйствіе элемента съ этимъ веществомъ, частицы его должны быть предварительно разложены еще на отдѣльные атомы; оттого и дѣйствіе элемента въ этомъ случаѣ не такъ сильно.

Подобнымъ же образомъ какъ на органическія красящія вещества, дѣйствуетъ хлоръ и на органическія пахучія вещества; поэтому, кромѣ бѣленія, его употребляютъ также часто для разложенія разныхъ летучихъ соединеній, образующихся при гніеніи.

ХЛОРЪ И ВОДОРОДЪ.

Хлористый водородъ, HCl. — Вѣсъ частицы 36,5 — плотность 18,25.

Хлоръ даетъ съ водородомъ только одно соединеніе, образующееся прямымъ взаимнодѣйствіемъ равныхъ объемныхъ частей обоихъ газовъ, но въ темномъ мѣстѣ простая смѣсь хлора съ водородомъ въ этой пропорціи остается безъ измѣненія; при слабомъ дневномъ свѣтѣ соединеніе ихъ идетъ только медленно; при сильномъ же свѣтѣ, въ особенности при солнечномъ, оно происходитъ съ сильнымъ взрывомъ; объемъ газовъ при этомъ остается безъ измѣненія. 1 частица водорода и 1 частица хлора даютъ 2 частицы хлористаго водорода:

$$\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}Cl\\H\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}Cl\\H\end{matrix}\right\}.$$

Въ этомъ случаѣ происходитъ реакція двойнаго разложенія: 1 атомъ хлора, подъ вліяніемъ свѣта или теплоты, мѣняется мѣстомъ съ 1 атомомъ водорода.

Но лучше всего добывать хлористый водородъ, дѣйствуя сѣрною кислотою на хлористый натрій; натрій замѣщаетъ при этомъ 1 атомъ водорода сѣрной кислоты, образуя черезъ то кислую сѣрнонатріевую соль:

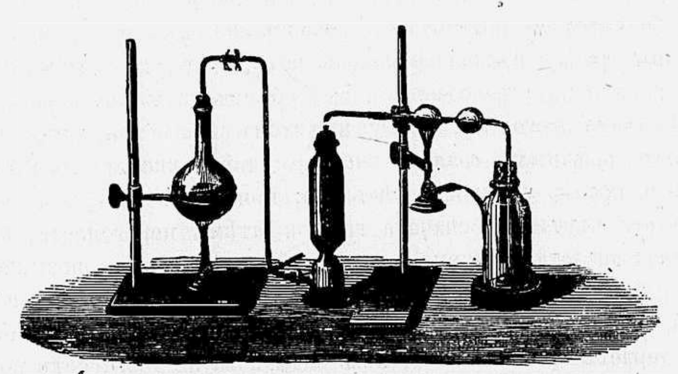
$$\left.\begin{matrix}Na\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} SO^4 = \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}\right\} SO^4.$$

Хлористоводородная кислота есть газъ безцвѣтный, имѣющій удѣльный вѣсъ 1,269; она дымитъ на воздухѣ, соединяясь при этомъ съ водяными парами, имѣетъ сильно кислый вкусъ и превращаетъ голубой цвѣтъ лакмуса въ красный. Растворимость этого газа въ водѣ весьма значительна; поэтому если собрать его надъ ртутью и потомъ ввести въ трубку нѣсколько капель воды, то ртуть поднимется въ трубкѣ и наполнитъ ее совершенно; 1 объемъ воды растворяетъ при 15° 454 объема этого газа, образуя при этомъ кислый растворъ, извѣстный подъ названіемъ *соляной кислоты*; такая кислота дымитъ на воздухѣ и имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,21; при нагрѣваніи ее до кипѣнія, изъ нея выдѣляется сначала газъ, а затѣмъ перегоняется крѣпкая водная кислота, причемъ точка кипѣнія постепенно повышается до 110°, и при этой температурѣ переходитъ, уже безъ разложенія, кислота, содержащая 20,22% хлористаго водорода; кислота же болѣе слабая, теряетъ при кипѣніи столько воды, пока не достигнетъ подобнаго процентнаго содержанія хлористаго водорода, а затѣмъ уже перегоняется безъ измѣненія. При уменьшаемомъ давленіи получается кислота, кипящая безъ измѣненія при болѣе низкой температурѣ, при болѣе же высокомъ давленіи—кислота съ болѣе высокою точкою кипѣнія и измѣняющая свой составъ вмѣстѣ съ измѣненіемъ послѣдней, хотя впрочемъ для каждой опредѣленной температуры онъ и остается совершенно постояннымъ; поэтому соляную кислоту нельзя разсматривать какъ настоящее химическое соединеніе хлористаго водорода съ водою. Подобное же явленіе замѣчается и со многими другими водными кислотами.

Какъ побочный продуктъ, соляная кислота получается въ огромномъ количествѣ при фабрикаціи соды; въ одномъ южно-ланкастерскомъ округѣ (въ окрестности Манчестера) ее получается еженедѣльно болѣе 1,000 тоннъ (1 тоннъ = 1,016 килограммамъ или почти 60 пудамъ), но такая необработанная кислота обыкновенно нечиста и содержитъ въ себѣ желѣзо, мышьякъ, сѣрную кислоту и т. п. При дѣйствіи соляной кислоты на перекись марганца, образуется вода, хлористый марганецъ и хлоръ, и поэтому такимъ разложеніемъ соляной кислоты пользуются часто для полученія хлора; но при этомъ нужно замѣтить, что газообразный хлористый водородъ дѣйствуетъ на двуокись марганца только при нагрѣваніи, на холоду же выдѣленія хлора не происходитъ. Употребляющійся для такого разложенія аппаратъ изображенъ на ф. 26-й. Если провести сухой хлористоводородный газъ въ ненагрѣтую двуокись марганца, находящуюся въ первомъ шарѣ,

то при этомъ не произойдетъ еще никакого дѣйствія и красная лакмусовая бумага не измѣняется въ стклянкѣ; при нагрѣваніи же пере-

Ф. 26.



киси марганца, во второмъ шарѣ образуется вода; стклянка же наполняется хлорнымъ газомъ, и потому опущенная въ нее лакмусовая бумага обезцвѣчивается:

$$4HCl + MnO^2 = Cl^2 + 2H^2O + MnCl^2.$$

При пропусканіи черезъ водный растворъ хлористаго водорода гальваническаго тока съ угольными электродами (такъ-какъ на металлы хлоръ дѣйствуетъ) хлористый водородъ разлагается на водородъ и хлоръ; и если подобный опытъ произвести въ аппаратѣ, служащемъ для разложенія воды, то найдемъ, что при этомъ выдѣляются равные объемы обоихъ газовъ. Если такою равнообъемною смѣсью этихъ газовъ наполнить въ темномъ мѣстѣ стеклянную трубку и затѣмъ открытый конецъ ея погрузить въ растворъ іодистаго калія, то жидкость эта войдетъ въ трубку какъ разъ до половины, причемъ хлоръ соединяется съ каліемъ въ хлористый калій, освободившійся черезъ это іодъ остается растворённымъ въ жидкости, окрашивая ее въ коричневый цвѣтъ; а остающійся газъ состоитъ изъ чистаго водорода. Наполнивъ такою смѣсью этихъ газовъ вытянутую съ обоихъ концовъ крѣпкую стеклянную трубку, такъ чтобы весь воздухъ изъ нея былъ вытѣсненъ совершенно, запаявъ за тѣмъ осторожно оба конца трубки, подвергнемъ ее дѣйствію солнечнаго свѣта, или же свѣта горящаго магнія, причемъ газы соединятся между собою со взрывомъ, и тогда если одинъ конецъ трубки погрузить въ воду и отломить остроконечіе, то вода входитъ въ трубку съ такою быстро-

тою, какъ-будто бы въ ней было безвоздушное пространство — доказательство, что оба газа вполнѣ соединились между собою.

Азотносоляная кислота или царская водка.

Нѣкоторые металлы, напр. золото и платина, а также и различныя металлическія соединенія, какъ напр. нѣкоторыя изъ сѣрнистыхъ соединеній, неизмѣняющіяся ни отъ дѣйствія азотной, ни отъ дѣйствія соляной кислоты, растворяются между-тѣмъ легко въ смѣси этихъ обѣихъ кислотъ при нагрѣваніи. Такая смѣсь находитъ весьма разнообразныя примѣненія въ лабораторіяхъ подъ названіемъ азотносоляной кислоты или царской водки (такъ-какъ она растворяетъ золото, считавшееся царемъ металловъ), и дѣйствіе ея основано на окисленіи азотною кислотою водорода соляной кислоты, причемъ освобождающійся изъ послѣдней хлоръ, соединяется непосредственно съ металлами и разлагаетъ сѣрнистыя ихъ соединенія; азотная же кислота раскисляется при этомъ въ окись азота, дающую съ частью хлора соединенія: $NOCl^2$ и $NOCl$; послѣднія выдѣляются въ видѣ желтаго газа, сгущающагося при сильномъ охлажденіи въ темно-желтую, весьма летучую жидкость; эти же соединенія происходятъ также при смѣшеніи хлора съ окисью азота, прямымъ соединеніемъ обоихъ газовъ.

ОКИСЛЫ И КИСЛОРОДНЫЯ КИСЛОТЫ ХЛОРА.

I. **Одноокись хлора или хлорноватистый ангидридъ**, Cl^2O.

Вѣсъ частицы 87.

Хлоръ не даетъ съ свободнымъ кислородомъ ни одного соединенія; при пропусканіи же хлорнаго газа черезъ окись ртути, образуется хлористая ртуть и одноокись хлора:

$$HgO + 2Cl^2 = Cl^2O + HgCl^2.$$

Одноокись хлора есть желтый газъ съ хлорнымъ запахомъ, имѣющій удѣльный вѣсъ 2,977 и при сильномъ охлажденіи сгущающійся въ красно-бурую жидкость, которая, подобно самому газу, весьма легко разлагается, нерѣдко со взрывомъ, на хлоръ и кислородъ. Растворимость этого соединенія въ водѣ довольно значительна, причемъ получается желтый растворъ, оказывающій сильное окисляющее дѣй-

ствіе и разлагающій органическія вещества быстрѣе хлора, потому что при этомъ дѣйствуетъ вдвое бо́льшее количество кислорода:

$$Cl^2 + H^2O = 2HCl + O.$$
$$Cl^2O + H^2O = 2HCl + O^2.$$

При пропусканіи хлора черезъ разведенный холодный растворъ ѣдкаго натра, образуется смѣсь хлористаго натрія и соединенія Na ClO, называемаго хлорноватистонатріевой солью или хлорноватистокислымъ натромъ. При замѣненіи же ѣдкаго натра гашеною известью, получается такъ называемая хлорная известь, состоящая изъ смѣси хлорноватистокальціевой соли съ хлористымъ кальціемъ:

$$2NaOH + Cl^2 = Na\ OCl + Na\ Cl + H^2O.$$

Смѣшивая же растворъ хлорноватистой соли съ разбавленною азотною кислотою и перегоняя эту смѣсь, получаютъ водяной растворъ одноокиси хлора; такимъ образомъ растворъ этотъ можетъ быть разсматриваемъ какъ хлорноватистоводородная соль или какъ хлорноватистая кислота HOCl:

$$HNO^3 + NaOCl = Na\ NO^3 + HOCl;$$

значитъ, между одноокисью хлора и хлорноватистыми солями существуетъ такое же отношеніе, какъ между двуокисью углерода и углеродными солями. Соляная кислота разлагаетъ хлорноватистую съ выдѣленіемъ хлора:

$$\left.\begin{matrix}Cl\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\};$$

поэтому соляная кислота не можетъ быть употреблена для освобожденія хлорноватистой кислоты изъ хлорной извести; нельзя употребить для этого также и сѣрной кислоты, образующей съ хлористымъ кальціемъ ту же соляную кислоту; но этими реакціями пользуются при употребленіи хлорной извести для бѣленія; для этого кусокъ полотна или же другой ткани опускаютъ сначала въ растворъ хлорной извести, а затѣмъ, въ разбавленную сѣрную или же соляную кислоту; освобождающійся при этомъ хлоръ, приходя въ тѣсное прикосновеніе съ волокнами ткани, дѣйствуетъ поэтому быстро и сильно.

2. Хлорноватая кислота, $HClO^3$.

Вѣсъ частицы 84,5.

Кислота эта въ видѣ хлорноватокаліевой соли получается пропусканіемъ хлора въ нагрѣтый концентрированный растворъ ѣдкаго кали, причемъ образуется еще хлористый калій:

$$6KOH + 6Cl = 5KCl + KClO^3;$$

но хлорноватокаліевая соль трудно растворима въ холодной водѣ, почему при охлажденіи раствора она превращается большею частію въ кристаллы и такимъ-образомъ легко можетъ быть отдѣлена отъ болѣе растворимаго въ водѣ хлористаго калія. Если смѣшать затѣмъ растворъ хлорноватокаліевой соли съ кремнефтористымъ водородомъ, то при этомъ образуется нерастворимый въ водѣ кремнефтористый калій и водная хлорноватая кислота:

$$H^2SiFl^6 + 2KClO^3 = K^2SiFl^6 + 2HClO^3.$$

Испареніемъ въ безвоздушномъ пространствѣ растворъ этотъ можно сгустить и получить такимъ-образомъ хлорноватую кислоту въ видѣ сиропообразной жидкости, распадающейся уже при 40° и дѣйствующей какъ сильное окисляющее средство: бумага воспламеняется въ прикосновеніи съ нею, точно также какъ сѣра и фосфоръ. Составъ этой кислоты легко найти или опредѣленіемъ количества кислорода, теряемаго хлорноватокаліевой солью при ея нагрѣваніи, или же опредѣленіемъ вѣсовыхъ количествъ хлора и калія, содержащихся въ хлористомъ каліи; подобный анализъ привелъ къ формулѣ $KClO^3$ для хлорноватокаліевой соли, а потому хлорноватоводородная соль или хлорноватая кислота имѣетъ составъ $HClO^3$.

Соотвѣтствующая хлорноватой кислотѣ окись или хлорноватый ангидридъ, $\left.\begin{matrix}ClO^2\\ClO_2\end{matrix}\right\}O$, еще неизвѣстенъ.

3. Трехокись хлора (хлористый ангидридъ), Cl^2O^3.

Вѣсъ частицы 119.

Соединеніе это образуется при нагрѣваніи хлорноватокаліевой соли съ азотною кислотою, въ присутствіи окисляющагося вещества, напр. трехокиси мышьяка или же сахара:

$$2KClO^3 + 2HNO^3 + As^2O^3 = Cl^2O^3 + 2KNO^3 + 2H^3AsO^4.$$

Трехокись хлора представляетъ зеленовато-желтый газъ, растворимый водою, отчего получается желтая жидкость, обладающая сильнымъ окисляющимъ дѣйствіемъ и быстро обезцвѣчивающая красящія органическія вещества; она содержитъ въ себѣ хлористую кислоту $HClO^2$, существующую только въ водяномъ растворѣ и дающую начало цѣлому ряду солей, называемыхъ хлористыми.

4. Четырехокись хлора, Cl^2O^4.

Соединеніе это можно получить осторожнымъ введеніемъ неболь-

*

шаго количества хлорноватокалиевой соли въ сильно охлажденную концентрированную сѣрную кислоту, причемъ четырехокись хлора выдѣляется въ видѣ темно-желтаго газа, сгущающагося при охлажденіи въ красно-бурую жидкость. Четырехокись хлора отличается особеннымъ запахомъ, похожимъ на хлорный и вмѣстѣ на запахъ жженаго сахара и представляетъ чрезвычайно опасное вещество, весьма легко разлагающееся съ страшнымъ взрывомъ; газообразное соединеніе растворимо въ водѣ; но полученный отъ этого растворъ не содержитъ особой опредѣленной кислоты и, нейтрализуя основанія, даетъ при этомъ смѣсь солей: хлористой и хлорноватой; такимъ-образомъ соединеніе это аналогично, значитъ, съ четырехокисью азота.

Хлорная кислота, $KClO^4$.

Вѣсъ частицы 100,5.

Соединеніе это можетъ быть получено различными способами изъ хлорноватой кислоты; такъ оно образуется вмѣстѣ съ четырехокисью хлора при дѣйствіи сѣрной кислоты на хлорноватокаліевую соль; или же перегонкою хлорноватой кислоты, причемъ четырехокись хлора распадается на хлоръ и кислородъ:

$$3ClO^3H = ClO^4H + H^2O + Cl^2 + 2O^2.$$

Далѣе, кислота эта можетъ быть получена нагрѣваніемъ хлорноватокаліевой соли, которая при этомъ сначала плавится и выдѣляетъ кислородъ, а затѣмъ, при извѣстной степени нагрѣванія, превращается въ плотную массу, состоящую изъ смѣси хлористаго калія съ хлорнокаліевою солью:

$$2KClO^3 = KClO^4 + KCl + O^2.$$

При дальнѣйшемъ же нагрѣваніи сама хлорная соль распадается на кислородъ и хлористый калій. По причинѣ малой растворимости въ холодной водѣ, хлорнокаліева соль легко можетъ быть отдѣлена отъ болѣе растворимаго хлористаго калія и такимъ-образомъ ее можно получить въ чистомъ видѣ; перегоняя же затѣмъ смѣсь 4-хъ частей сѣрной кислоты съ 1-ю частью этой соли, и получаютъ чистую хлорную кислоту, представляющую въ совершенно чистомъ состояніи безцвѣтную, обыкновенно же желтоватую жидкость, сильно дымящую на воздухѣ и имѣющую при 15° удѣльный вѣсъ 1,78; оказывая сильное окисляющее дѣйствіе на органическія вещества, она обугливаетъ бумагу и дерево, быстро взрываетъ, будучи капнута на древесный уголь, а приведенная въ прикосновеніе съ кожею, производитъ на

ней опасныя раны. При нагрѣваніи, а также и сама собою, даже при сбереженіи, послѣ нѣкотораго времени, разлагается со взрывомъ; смѣшиваясь съ водою, она сильно нагрѣваетъ ее, образуя съ нею кристаллическое соединеніе, $HClO^4 + H^2O$, плавящееся при 50° и въ большомъ количествѣ воды растворяющееся въ маслообразную, сильно-кислую жидкость; послѣдняя при перегонкѣ даетъ водную кислоту, кипящую при 203° и содержащую 72,3% хлорной кислоты.

Кислоты хлора образуютъ собою непрерывный рядъ, въ которомъ каждый послѣдующій членъ отличается отъ предъидущаго ему содержаніемъ лишняго атома кислорода:

HCl хлористоводородная кислота.
$HClO$ хлорноватистая кислота.
$HClO^2$ хлористая кислота.
$HClO^3$ хлорноватая кислота.
$HClO^4$ хлорная кислота.

ХЛОРЪ И АЗОТЪ.

При пропусканіи хлорнаго газа чрезъ водный растворъ амміака, образуется свободный азотъ; если же хлоръ взятъ въ избыткѣ, то при этомъ отдѣляются тяжелыя маслообразныя капли соединенія хлора съ азотомъ, которое, будучи приведено въ прикосновеніе съ твердымъ тѣломъ, взрываетъ съ страшнѣйшею силою; а потому нужно имѣть величайшую осторожность при обращеніи даже съ весьма ничтожнымъ количествомъ этого соединенія; оно извѣстно подъ названіемъ *хлористаго азота*, хотя кромѣ этихъ элементовъ содержитъ въ себѣ по всей вѣроятности еще и водородъ; настоящій же составъ этого вещества, по причинѣ весьма легкой его разложимости и опаснаго обращенія съ нимъ, до сихъ поръ еще не могъ быть опредѣленъ съ точностью.

ХЛОРЪ И УГЛЕРОДЪ.

Хлоръ не вступаетъ въ прямое соединеніе съ углеродомъ ни на холоду, ни при нагрѣваніи; но во многихъ углеродистыхъ водородахъ водородъ можетъ быть атомъ за атомомъ замѣщенъ хлоромъ, такъ

напр. при дѣйствіи хлора на болотный газъ происходятъ слѣдующія реакціи:

$$CH^4 + Cl^2 = CH^3Cl + ClH.$$
$$CH^3Cl + Cl^2 = CH^2Cl^2 + ClH.$$
$$CH^2Cl^2 + Cl^2 = CHCl^3 + ClH.$$
$$CHCl^3 = Cl^2 = CCl^4 + ClH.$$

Эти и подобныя ему соединенія будутъ разсмотрѣны ближе впослѣдствіи, при описаніи соотвѣтственныхъ углеродистыхъ водородовъ.

Бромъ.

Атомный вѣсъ 80 = Br. — *Плотность пара* = 80.

Бромъ, представляющій по своимъ химическимъ свойствомъ величайшее сходство съ хлоромъ, полученъ въ первый разъ Баляромъ въ 1826 году изъ морской воды, содержащей этотъ элементъ въ видѣ бромистыхъ натрія и магнія; эти же бромистыя соединенія встрѣчаются въ нѣкоторыхъ соляныхъ источникахъ, а также и въ водѣ Мертваго моря. Выпариваніемъ такихъ соляныхъ растворовъ, изъ нихъ выдѣляется сначала поваренная соль, между-тѣмъ какъ легко растворимыя бромистыя соединенія остаются въ маточномъ разсолѣ; при нагрѣваніи же послѣдняго съ перекисью марганца и сѣрною кислотою, выдѣляется свободный бромъ, улетучивающійся въ видѣ красно-бураго пара, который при охлажденіи сгущается въ темную красно-бурую жидкость, кипящую при 63°, а при — 22° застывающую въ твердую темно-сѣрую массу. Бромъ весьма летучъ и улетучивается довольно быстро даже уже при обыкновенной температурѣ; удѣльный вѣсъ его при 4° 2,966; его запахъ похожъ на хлорный (βῶμος—зловоніе, непріятный запахъ); паръ его сильно дѣйствуетъ на глаза и слизистыя оболочки. 30 частей чистой воды растворяютъ при обыкновенной температурѣ 1 часть брома, давая при этомъ растворъ, обладающій окисляющимъ и бѣлильнымъ дѣйствіемъ, однако въ меньшей степени чѣмъ хлоръ.

Бромистый водородъ, HBr.

Вѣсъ частицы 81. — *Плотность* 40,5.

Бромистый водородъ можетъ быть полученъ прямымъ соединеніемъ брома съ водородомъ, но уже не при дѣйствіи солнечнаго свѣта, подобно хлористому водороду, а только при нагрѣваніи; далѣе, соединеніе это образуется при разложеніи бромистаго фосфора водою, а также прямымъ прикосновеніемъ брома и фосфора съ послѣднею, причемъ образованіе бромистаго водорода и фосфорной кислоты сопровождается сильною реакціею:

$$P + 5Br + 4H^2O = 5HBr + H^3PO^4.$$

Бромистый водородъ представляетъ безцвѣтный газъ, дымящійся на воздухѣ и по своимъ реакціямъ весьма сходный съ хлористымъ водородомъ. Концентрированный водный растворъ его образуетъ дымящуюся, сильно соляную и ѣдкую жидкость. Дѣйствіемъ хлора бромистый водородъ разлагается съ образованіемъ хлористаго водорода и свободнаго брома; при — 75° газообразный бромистый водородъ сгущается въ безцвѣтную жидкость.

Кислородныя кислоты брома.

Бромноватистая кислота, HBrO.

Съ сухою окисью ртути бромный газъ не даетъ, подобно хлору, окиси брома; но при этомъ образуется бромистая ртуть и свободный кислородъ; при введеніи же окиси ртути въ бромную воду, получается водный растворъ бромноватистой кислоты:

$$HgO + 2Br^2 + H^2O = HgBr^2 + 2BrOH.$$

При нагрѣваніи кислота эта распадается на бромъ и кислородъ и, подобно хлорноватистой кислотѣ, оказываетъ бѣлильное и окисляющее дѣйствіе на органическія вещества. Съ гашеною известью бромъ образуетъ вещество, аналогичное хлорной извести и состоящее изъ смѣси бромистаго кальція съ бромноватистокальціевою солью.

Бромноватая кислота, $HBrO^3$.

Въ видѣ соли кислота эта можетъ быть получена раствореніемъ брома въ каліевомъ щелокѣ, причемъ образуются бромистый калій и бромноватокаліевая соль; эта же соль образуется прибавленіемъ брома къ раствору хлорноватокаліевой соли, причемъ удаляющійся изъ послѣдней хлоръ и замѣщается бромомъ; такимъ-образомъ хлоръ вытѣсняетъ бромъ изъ водородныхъ его соединеній, между-тѣмъ какъ самъ вытѣсняется бромомъ изъ кислородныхъ своихъ соединеній.

Свободная же бромноватая кислота получается подобно хлорноватой и представляетъ съ нею величайшее сходство.

Бромная кислота, $HBrO^4$, образуется при дѣйствіи брома на хлорную кислоту.

Реакціи брома съ амміакомъ и углеродистыми водородами представляютъ величайшее сходство съ соотвѣтственными реакціями хлора.

Іодъ.

Атомный вѣсъ 127 = J. — *Плотность пара* = 127.

Въ природѣ іодъ встрѣчается въ соединеніи съ металлами, въ морской водѣ, а также въ нѣкоторыхъ источникахъ и въ немногихъ рѣдкихъ минералахъ. Для добыванія его употребляется зола морскихъ растеній (водорослей группы фукусовъ), извѣстная подъ названіемъ кельпъ или варекъ. Выщелачиваніемъ ея и затѣмъ выпариваніемъ полученнаго раствора, изъ нея выдѣляются сначала трудно растворимыя сѣрныя соли и хлористыя соединенія; остаются же въ маточномъ разсолѣ растворимые іодистые магній и натрій: при нагрѣваніи такого разсола съ перекисью марганца и сѣрною кислотою и получаютъ іодъ. Іодъ, открытый въ 1812 Куртуа, представляетъ твердое металлическое, темно-сѣрое тѣло, кристаллизующееся иглами и пластинками, имѣющее при 15° удѣльный вѣсъ 4,95, плавящееся при 140°, а выше 200° кипящее съ выдѣленіемъ фіолетоваго пара (ἰώδης—фіолетовый), который въ 8,76 разъ тяжелѣе воздуха; но іодъ улетучивается даже и при обыкновенной температурѣ, если его выставить на воздухъ; запахъ его напоминаетъ отчасти хлорный; растворимость въ водѣ не велика, и получающійся при этомъ растворъ не оказываетъ бѣлильнаго дѣйствія на красящія органическія вещества. Со спиртомъ и растворами іодистыхъ соединеній, іодъ образуетъ растворы темно-бураго цвѣта; растворы же его въ хлороформѣ и сѣрнистомъ углеродѣ имѣютъ красивый фіолетовый цвѣтъ.

Съ крахмаломъ іодъ образуетъ характерное темно-синее соединеніе, напряженность цвѣта котораго столь значительна, что посредствомъ него легко показать даже весьма ничтожные слѣды свободнаго іода, почему реакціей этой и пользуются для открытія присутствія іодистыхъ соединеній; но если смѣшать, напр., весьма слабый растворъ іодистаго калія съ жидкимъ крахмальнымъ клейстеромъ, то при этомъ не произойдетъ еще никакого измѣненія, и только отъ прибавленія нѣсколькихъ капель хлорной воды, жидкость принимаетъ красивый голубой цвѣтъ, потому что для подобной реакціи іодъ долженъ быть приведенъ сначала въ свободное состояніе, что и производится хлоромъ; по этой же причинѣ отъ прибавленія избытка послѣдняго голубое окрашиваніе снова пропадаетъ, потому что образующееся при этомъ соединеніе хлора съ іодомъ не окрашиваетъ крахмала. Іодъ представляетъ сильный ядъ и, въ различныхъ своихъ соединеніяхъ, находитъ весьма обширное употребленіе въ медицинѣ.

Іодистый водородъ, HJ.

Іодъ обладаетъ гораздо меньшимъ сродствомъ къ водороду, въ сравненіи съ бромомъ и хлоромъ, и самый лучшій способъ добыванія іодистаго водорода состоитъ въ полученіи его при дѣйствіи воды на трехіодистый фосфоръ, разлагающійся при этомъ на іодистый водородъ и фосфористую кислоту:

$$PJ^3 + 3H^2O = 3JH + PO^3H^3.$$

Для этого фосфоръ обливаютъ сначала водою и затѣмъ прибавляютъ въ послѣднюю небольшое количество іода.

Іодистый водородъ представляетъ безцвѣтный газъ, сильно дымящій на воздухѣ и посредствомъ давленія сгущающійся въ жидкость, застывающую при — 55° и весьма легко растворимую въ водѣ, причемъ растворъ, содержащій 57% іодистаго водорода, кипитъ безъ разложенія, обладаетъ весьма кислой реакціей и при доступѣ воздуха постепенно разлагается съ выдѣленіемъ іода; быстрѣе же это разложеніе идетъ при дѣйствіи какого нибудь окисляющаго вещества, напр. азотной кислоты.

Окислы и кислородныя кислоты іода.

Іодъ растворимъ въ щелочахъ; но полученные растворы не оказываютъ бѣлильнаго дѣйствія, подобно хлорной извести, и іодъ не образуетъ въ этомъ случаѣ соотвѣтственныхъ ей соединеній, а получается при этой реакціи постоянно іодноватая соль вмѣстѣ съ іодистымъ металломъ:

$$6J + 6KHO = 5KJ + KJO^3 + 3H^2O.$$

Если въ теплый растворъ хлорноватокаліевой соли ввести іодъ и затѣмъ прибавить нѣсколько капель азотной кислоты, то при этомъ произойдетъ весьма энергичное отдѣленіе хлора, послѣ чего жидкость отдѣляетъ при охлажденіи трудно-растворимую іодноватокаліевую соль.

Свободная же іодноватая кислота образуется дѣйствіемъ хлора на воду и іодъ:

$$J + 3H^2O + 5Cl = HJO^3 + 5HCl;$$

а также окисленіемъ послѣдняго нагрѣтою азотною кислотою. Іодноватая кислота представляетъ твердое тѣло, кристаллизующееся бѣлыми таблицами и при нагрѣваніи до 170° распадающееся на воду и пятиокись іода, J^2O^5 (іодноватый ангидридъ); послѣдняя при болѣе сильномъ нагрѣваніи сама распадается на іодъ и кислородъ.

Съ іодноватою кислотою весьма сходна іодная, HJO^4, распадающаяся при нагрѣваніи на воду и семиокись іода J^2O^7.

ІОДЪ И АЗОТЪ.

При обливаніи іода воднымъ амміакомъ, образуется іодистый аммоній и чрезвычайно взрывчатый черный порошокъ, называемый іодистымъ азотомъ; составъ этого соединенія еще не опредѣленъ съ совершенною точностью, но оно содержитъ въ себѣ и водородъ, и вѣроятно имѣетъ формулу $\left\{\begin{matrix}NH^3\\NJ^3\end{matrix}\right.$. Въ сухомъ видѣ будучи приведенъ въ прикосновеніе съ твердыми тѣлами, а часто даже и самъ собою іодистый азотъ разлагается съ сильнымъ трескомъ, сопровождаемымъ выдѣленіемъ фіолетовыхъ паровъ.

Фторъ.

Атомный вѣсъ 19 = Fl.

Фторъ встрѣчается въ природѣ въ соединеніи съ металлами, во многихъ минералахъ, изъ которыхъ важнѣйшіе суть: плавиковый шпатъ или фтористый кальцій, $CaFl^2$, кристаллизующійся кубами и въ особенно красивомъ видѣ находимый въ Дербиширѣ, въ Англіи, и кріолитъ, $3NaFl, AlFl^3$, встрѣчающійся въ огромныхъ массахъ въ Гренландіи. Въ незначительномъ количествѣ фтористыя соединенія находятся также въ растительномъ и животномъ организмахъ, напр. въ зубахъ. Въ свободномъ состояніи фторъ почти вовсе еще не из-

слѣдованъ и трудность его полученія зависитъ отъ весьма сильнаго сродства его къ большей части элементовъ; особенное же стремленіе выказываетъ онъ къ соединенію съ водородомъ и потому его нельзя сохранить въ свободномъ состояніи тѣмъ же способомъ какъ хлоръ. При дѣйствіи на чистое фтористое серебро сухаго хлора, получается безцвѣтный газъ, недѣйствующій на стекло и образующій въ прикосновеніи съ ѣдкимъ кали фтористый калій и перекись водорода; этотъ газъ и есть вѣроятно чистый фторъ:

$$2Fl + 2KOH = 2KFl + H^2O^2.$$

Фтористый водородъ, FlH.

Безцвѣтный фтористоводородный газъ образуется при нагрѣваніи тонкоизмельченнаго порошка фтористаго кальція съ концентрированною сѣрною кислотою, причемъ въ остаткѣ получается сѣрнокальціевая соль:

$$Ca\left\{\begin{matrix}Fl\\Fl\end{matrix}\right. + H^2SO^4 = 2FlH + CaSO^4.$$

Добываніе этого газа должно производить въ свинцовой, или же платиновой ретортѣ, потому что стеклянные сосуды разъѣдаются имъ. При сильномъ охлажденіи, газообразный фтористый водородъ сгущается въ безцвѣтную, весьма летучую жидкость, чрезвычайно ѣдкую и производящую на кожѣ чувствительныя раны и нарывы; подобнымъ же образомъ дѣйствуетъ и паръ, почему при работахъ съ этимъ тѣломъ нужно быть чрезвычайно осторожнымъ. Растворимость этого газа въ водѣ весьма значительна, причемъ онъ соединяется съ нею съ выдѣленіемъ теплоты. Полученный такимъ-образомъ крѣпкій кислый растворъ называется обыкновенно *плавиковою кислотою*; такую кислоту всего лучше сохранять въ гуттаперчевыхъ сосудахъ, потому что она обладаетъ весьма значительнымъ свойствомъ дѣйствовать на стекло, которое разъединяется ею или вытравливается, что зависитъ отъ способности фтора давать съ кремнеземомъ (главная составная часть стекла) газообразное соединеніе. Вслѣдствіе такого свойства кислота эта въ газообразномъ состояніи, а также и водяной растворъ ея, употребляется для вытравки стекла; послѣднее покрывается для этого сначала тонкимъ слоемъ воска, затѣмъ предназначаемыя для вытравки мѣста на стеклѣ обозначаются снятіемъ съ него воска стальною иголкою и потомъ подвергаются дѣйствію кислоты.

Подобнымъ же образомъ легко можно открыть присутствіе фтора въ различныхъ соединеніяхъ, нагрѣвая ихъ для этого въ платино-

вомъ тиглѣ съ сѣрною кислотою и заставляя пары дѣйствовать на стеклянную пластинку, наведенную воскомъ, на которомъ вышеуказаннымъ способомъ сдѣланы какія нибудь изображенія.

Разсмотрѣнные нами предъ этимъ четыре элемента: фторъ, хлоръ бромъ и іодъ, образуютъ естественную группу, члены которой чрезвычайно сходны между собою въ химическомъ отношеніи, отличаясь въ тоже время отъ всѣхъ другихъ элементовъ способностью давать съ водородомъ газообразныя соединенія, представляющія сильныя кислоты и содержащія въ своей частицѣ 1 атомъ или 1 объемъ газообразнаго элемента, въ соединеніи съ 1 атомомъ или 1 объемомъ водорода, и при этомъ чѣмъ сильнѣе сродство элемента къ водороду, тѣмъ менѣе его склонность къ соединенію съ кислородомъ; и весьма вѣроятно, что по этой-то причинѣ и не могли быть получены до сихъ поръ окислы или кислородныя кислоты фтора, а также въ ней нужно искать и объясненіе того обстоятельства, почему кислородныя соединенія хлора разлагаются бромомъ и іодомъ, между-тѣмъ какъ самъ хлоръ, на оборотъ, выдѣляетъ эти элементы изъ ихъ водородныхъ соединеній.

Физическія свойства элементовъ этой группы опредѣляются ихъ атомнымъ вѣсомъ: чѣмъ онъ значительнѣе, тѣмъ выше точка кипѣнія и плавленія, тѣмъ больше удѣльный вѣсъ и тѣмъ темнѣе цвѣтъ; при обыкновенной температурѣ, хлоръ есть газъ, бромъ жидкость, а іодъ твердое тѣло; жидкій хлоръ представляетъ желтую прозрачную жидкость, имѣющую удѣльный вѣсъ 1,33; бромъ прозраченъ только въ тонкихъ слояхъ и имѣетъ удѣльный вѣсъ 2,97; между-тѣмъ какъ расплавленный іодъ непрозраченъ и его удѣльный вѣсъ простирается до 4,95.

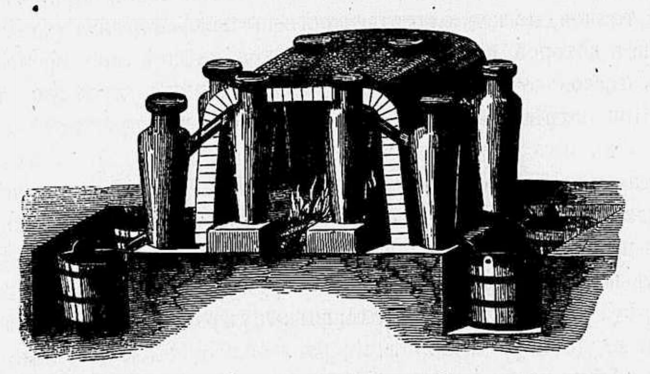
Такъ-какъ атомный вѣсъ брома, а слѣдовательно также и плотность пара его почти средняя между атомными вѣсами хлора и іода, $\frac{355+127}{2} = 81,25$ (на самомъ дѣлѣ 80), поэтому и по всѣмъ свойствамъ своимъ бромъ занимаетъ средину между этими обоими элементами.

Сѣра.

Атомный вѣсъ 32 = S. *Плотность пара* = 32.

Сѣра извѣстна уже съ древнѣйшихъ временъ и находится въ свободномъ состояніи вблизи потухшихъ вулкановъ, въ Европѣ, именно въ Сициліи и Исландіи. Въ соединеніи съ металлами она образуетъ много важнѣйшихъ рудъ, какъ-то: свинцовый блескъ,—PbS, цинковая обманка—ZnS, желѣзный колчеданъ—FeS_2, мѣдный колчеданъ—Cu_2S, Fe_2S_3 и т. д. Въ соединеніи съ кислородомъ и металлами она образуетъ рядъ солей, называемыхъ *сульфатами* или сѣрнокислыми солями, изъ которыхъ многія встрѣчаются какъ минералы, напр. гипсъ или сѣрнокальціевая соль—$SO_4Ca + 2H_2O$, тяжелый шпатъ или сѣрнобаріевая соль SO_4Ba, глауберовая соль или сѣрнонатровая соль—$SO_4Na_2 + 10H_2O$ и т. д. Сѣра встрѣчающаяся въ природѣ, содержитъ обыкновенно минеральныя примѣси; для очищенія она нагрѣвается въ глиняныхъ сосудахъ до кипяченія, и паръ ея, собранный въ подобные же горшки, стоящіе внѣ печи, сгущается (фиг. 27).

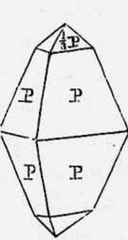
Ф. 27.



Эта сѣра въ сыромъ видѣ подвергается обыкновенно еще вторичному очищенію или рафинируется, затѣмъ ее перегоняютъ въ чугунныхъ котлахъ, а паръ проводятъ въ большую камеру съ каменными стѣнами, гдѣ онъ осаждается, быстро охлаждаясь въ воздушномъ пространствѣ, первоначально въ видѣ тонкаго кристаллическаго порошка, называемаго сѣрнымъ цвѣтомъ, подобно тому какъ водяной паръ, охлажденный ниже точки замерзанія воды, падаетъ въ видѣ снѣга. Камера нагрѣвается мало-по-малу и жидкая сѣра скопляется на

днѣ камеры; она стекаетъ въ деревянныя формы, и въ видѣ палочной сѣры идетъ въ торговлю. Чистая сѣра желта, прозрачна, хрупка и встрѣчается часто въ хорошо образованныхъ кристаллахъ, которые принадлежатъ къ ромбической системѣ (фиг. 28); она имѣетъ удѣльный вѣсъ 2,07 и плавится при 115° въ видѣ янтарно-желтой жидкости. Если растопленной сѣрѣ дать медленно охладиться, то при отвердѣніи образуются длинные призматическіе кристаллы, принадлежащіе къ моноклиномѣрной системѣ; они гибки, имѣютъ удѣльный вѣсъ 1,98. Это видоизмѣненіе сѣры не постоянно: по прошествіи нѣсколькихъ дней кристаллы дѣлаются непрозрачны и хрупки, и состоятъ снова изъ скученія маленькихъ ромбическихъ кристалловъ. Слѣдовательно сѣра диморфна; но она получается еще въ третьемъ аллотропическомъ видоизмѣненіи, именно, если нагрѣвать расплавленную сѣру, то желтоватая и подвижная въ началѣ, жидкость становится темнѣе и гуще, и при 230° образуетъ красно-бурую массу, которая столь тягуча, что ее едва можно вылить изъ сосуда. Часть этой массы бросаютъ въ большое количество холодной воды, чтобы послѣдовало быстрое охлажденіе, причемъ получается темное, мягкое, эластическое вещество, аморфная сѣра, удѣльный вѣсъ которой 1,96. Она превращается въ короткое время, часто черезъ нѣсколько часовъ, снова въ обыкновенную, хрупкую, желтую сѣру. При нагрѣваніи на 100°, это превращеніе происходитъ мгновенно, причемъ освобождается столько теплоты, что температура возрастаетъ почти до точки плавленія сѣры. Нагрѣтая выше 250°, растопленная сѣра снова становится жидкою; красно-бурая жидкость кипитъ при 490° и производитъ красно-бурый паръ. Сѣра нерастворима въ водѣ, малорастворима въ спиртѣ, но легко растворима въ углесѣрѣ и терпентинномъ маслѣ; изъ этихъ растворовъ она выдѣляется, при медленномъ выпариваніи растворяющихъ веществъ, въ видѣ хорошо образованныхъ кристалловъ, которые имѣютъ ту же форму, какую они имѣютъ и въ природѣ. Аморфная сѣра, даже и послѣ отвердѣнія, нерастворима въ сѣрнистомъ углеродѣ; сѣрный цвѣтъ представляетъ собою смѣсь такой нерастворимой сѣры и ромбической. При нагрѣваніи сѣры на воздухѣ или кислородѣ, она воспламеняется и сгараетъ синимъ пламенемъ въ сѣрнистую двуокись, газъ, обладающій особеннымъ удушливымъ запахомъ. Сѣра входитъ далѣе въ прямое соединеніе съ элементами хлорной группы, съ углеродомъ и большею частью про-

Ф. 28.



стыхъ тѣлъ; многіе металлы сгараютъ въ парахъ сѣры, также какъ въ кислородѣ, и образуютъ сѣрнистыя соединенія.

Окислы и кислородныя кислоты сѣры.

Сѣра образуетъ съ кислородомъ два окисла: сѣрнистую двуокись—SO_2 и сѣрнистую трехокись,—SO_3; обѣ соединяются съ одной частицей воды, откуда получается: H_2SO_3, водородосѣрнистая соль или сѣрнистая кислота, и H_2SO_4 водородосѣрная соль или сѣрная кислота; кромѣ этихъ кислотъ сѣра образуетъ еще пять другихъ кислородныхъ кислотъ, соотвѣтствующіе окислы которыхъ неизвѣстны. Послѣднія кислоты маловажны и въ свободномъ состояніи крайне непостоянны, но черезъ замѣщеніе водорода металлами они образуютъ весьма опредѣленныя соли. Составъ этихъ кислотъ слѣдующій:

Сѣрнистая кислота.	$H_2S\,O_3$,
Сѣрная.	$H_2S\,O_4$,
Сѣрноватистая	$H_2S_2O_3$,
Дитіоновая *).	$H_2S_2O_6$,
Тритіоновая.	$H_2S_3O_6$,
Тетратіоновая.	$H_2S_4O_6$,
Пентатіоновая.	$H_2S_5O_6$;

эти соединенія представляютъ прекрасный примѣръ закона кратныхъ отношеній.

Двуокись сѣры или сѣрнистый газъ, SO_2.

Частичный вѣсъ 64. Плотность 32.

Двуокись сѣры есть безцвѣтный газъ, обладающій удушливымъ запахомъ горящей сѣры и имѣетъ удѣльный вѣсъ 2,21; одинъ объемъ воды поглощаетъ ее, при 10° 51,38 об., при 20° 36,22 об. Охлажденная до —10° она превращается въ безцвѣтную жидкость, которая при—76° обращается въ льдообразную массу.

Взамѣнъ сжиганія сѣры, сѣрнистую двуокись добываютъ еще нагрѣваніемъ мѣдныхъ стружекъ съ концентрированною сѣрною кислотою:

$$2\left.{SO_2 \atop H_2}\right\}O_2 + Cu = SO_2 + \left.{SO_2 \atop Cu}\right\}O_2 + 2\left.{H \atop H}\right\}O,$$

*) Послѣднія четыре соединенія, политіоновыя кислоты, получили свое названіе отъ θεῖον, сѣра.

и собираютъ ее, какъ угольную кислоту, черезъ вытѣсненіе воздуха или надъ ртутью; чтобы получить ее въ жидкомъ видѣ, пропускаютъ промытый газъ черезъ спиральную трубку, окруженную смѣсью льда и соли, и собираютъ сгущенную жидкость въ маленькую колбочку, помѣщенную въ той же охладительной смѣси. Если жидкость накопилась въ достаточномъ количествѣ, то запаиваютъ горло колбы и тогда жидкій окиселъ можетъ сберегаться для дальнѣйшихъ опытовъ. Эта жидкость, выставленная на воздухъ, испаряется чрезвычайно быстро и при этомъ поглощаетъ такъ много теплоты, что легко можно довести ртуть до замерзанія, если ввести ее въ тонкую пробирную трубку, обернутую ватой и обливать сказанною жидкостью, испареніе которой ускоряютъ раздувательнымъ мѣхомъ.

Когда сѣра сгараетъ въ двуокись въ избыткѣ кислорода, то объемъ газовъ не измѣняется; но такъ-какъ плотность сѣрнистой двуокиси ровно вдвое болѣе плотности кислорода, то отсюда слѣдуетъ, что она состоитъ изъ равныхъ вѣсовыхъ частей кислорода и сѣры, и что одна объемная часть паровъ сѣры соединяется съ двумя объемными частями кислорода въ двѣ объемныя части сѣрнистой двуокиси.

Двуокись сѣры обезцвѣчиваетъ многія органическія красящія вещества, какъ напр. цвѣты; ее употребляютъ въ большомъ количествѣ при бѣленіи шерсти и шелка, которые разрушаются отъ хлора; бѣленіе зависитъ здѣсь оттого, что сѣрнистая двуокись, принимая въ присутствіи воды кислородъ, переходитъ въ сѣрную кислоту, а освобождающійся водородъ входитъ въ безцвѣтное соединеніе съ красящимъ веществомъ.

Пятна, произведенныя на холстѣ какимъ либо окрашеннымъ плодомъ, какъ напр. голубицею, намачиваютъ водой и держатъ надъ парами горящей сѣры, тогда пятна эти исчезаютъ; но подъ вліяніемъ воздуха они черезъ нѣкоторое время снова появляются, если обезцвѣченное красящее вещество не удалено было предварительно промывкою, потому что кислородъ воздуха снова окисляетъ водородъ, поглощенный красящимъ веществомъ и образуетъ съ нимъ воду. Бѣлящее дѣйствіе этого соединенія есть возстановительное, тогда-какъ дѣйствіе хлора окислительное; поэтому употребляютъ сѣрнистую двуокись, чтобы удалить изъ выбѣленныхъ хлоромъ бумажныхъ матерій избытокъ послѣдняго, который дѣйствовалъ бы на ткань разрушающимъ образомъ:

$$SO_2 + H_2O + Cl_2 = H_2SO_4 + 2HCl.$$

Водный растворъ сѣрнистой двуокиси имѣетъ кислый вкусъ и окрашиваетъ синій цвѣтъ лакмуса; его должно разсматривать какъ растворъ сѣрнистой кислоты, H^2SO^3, хотя это соединеніе и не можетъ быть получено въ отдѣльности, потому что водный растворъ при испареніи снова разлагается на воду и сѣрнистую двуокись; но при охлажденіи этого раствора до —5°, выдѣляются кристаллы, имѣющіе формулу:

$$H^2SO^3 + 14H^2O.$$

При замѣщеніи водорода сѣрнистой кислоты металломъ, получается рядъ солей, называемыхъ сѣрнистометаллическими солями; они разлагаются подъ вліяніемъ сильныхъ кислотъ, подобно углекислымъ солямъ, съ выдѣленіемъ двуокиси сѣры:

$$Na^2SO^3 + 2HCl = 2NaCl + H^2O + SO^2.$$

Трехокись сѣры или сѣрный ангидридъ, SO_3.

Частичный вѣсъ 80.—*Плотность* 40.

Если пропускать смѣсь сѣрнистой двуокиси и кислорода черезъ нагрѣтую, мелко-раздѣленную платину (губчатая платина), то они соединяются въ сѣрнистую трехокись или сѣрный ангидридъ. Это соединеніе можно получить гораздо легче, если осторожно нагрѣвать такъ называемую дымящуюся или нордгаузенскую сѣрную кислоту въ стеклянной ретортѣ, и образующіеся пары собирать въ хорошо высушенномъ пріемникѣ, который всего лучше окружать охладительною смѣсью.

Трехокись сѣры образуетъ бѣлые, волокнистые, блестящіе какъ шелкъ кристаллы, которые плавятся при 29° и кипятъ при 46°; сохраняемые долгое время, они претерпѣваютъ измѣненіе и тогда плавятся только при нагрѣваніи до 100°. Они не оказываютъ никакого дѣйствія на синюю лакмусовую бумажку, ихъ можно мять какъ воскъ, и они не разъѣдаютъ кожи. Если паръ этихъ кристалловъ пропускать черезъ до-красна раскаленную трубку, то онъ разлагается на 2 объема двуокиси сѣры и 1 объемъ кислорода. Сѣрный ангидридъ имѣетъ чрезвычайно большое сродство къ водѣ и при этомъ образуетъ сѣрную кислоту, $SO^3 + H^2O = H^2SO^4$, съ значительнымъ развитіемъ теплоты и шипѣніемъ, подобнымъ шуму, который происходитъ при опущеніи въ воду раскаленнаго желѣза. Трехокись сѣры обыкновенно называется сѣрнымъ ангидридомъ (т. е. сѣрная кислота безъ воды). Подъ *ангидридомъ* разумѣютъ такую окись, которая съ водой переходитъ въ кислоту.

Сѣрная кислота или сѣрноводородная соль, $H^2 SO^4$.

Частичный вѣсъ 98.

Сѣрная кислота есть важнѣйшая изъ всѣхъ кислотъ; она находитъ огромное примѣненіе въ искусствахъ и ремеслахъ, и служитъ химику средствомъ къ добыванію почти всѣхъ другихъ кислотъ, какъ мы видѣли то при добываніи азотной кислоты, соляной и другихъ. Употребленіе ее такъ многосторонне и важно, что въ одномъ только англійскомъ фабричномъ округѣ, въ южномъ Ланкаширѣ, производится ее еженедѣльно больше чѣмъ 180,000 пуд. Сѣрная кислота, давно уже извѣстна и раньше добывалась въ Германіи, преимущественно въ Нордгаузенѣ на Гарцѣ, нагрѣваніемъ безводнаго желѣзнаго купороса (сѣрножелѣзистая соль), причемъ смѣсь сѣрной кислоты и трехокиси сѣры дистиллировалась и получалась дымящаяся сѣрная кислота, употребляющаяся преимущественно въ красильномъ искусствѣ для растворенія индиго. Способъ нынѣ употребляемый для фабрикаціи сѣрной кислоты, основывается на томъ, что въ присутствіи воды двуокись сѣры принимая кислородъ, окисляется въ сѣрную кислоту. Это окисленіе происходитъ медленно подъ вліяніемъ одного воздуха, быстрѣе въ присутствіи соединенія, легко отдающаго кислородъ.

Такія соединенія суть: азотная кислота, азотная четырехокись, и азотная трехокись, которыя всѣ возстановляются при томъ въ окись азота:

$$3SO^2 + 2H^2O + 2HNO^3 = 3H^2SO^4 + 2NO.$$

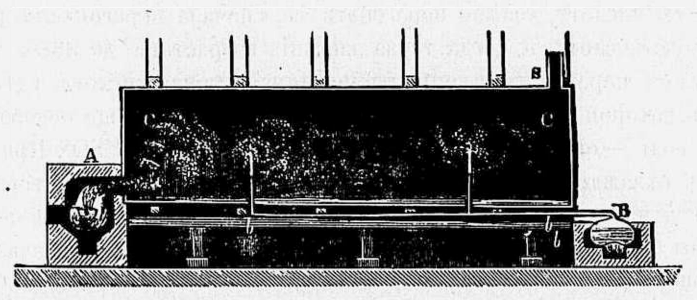
Окись азота снова соединяется съ тѣмъ же количествомъ кислорода въ азотную трехокись или четырехокись, которыя съ водою и двуокисью сѣры снова переходятъ въ окись азота, образуя сѣрную кислоту:

$$SO^2 + H^2O + N^2O^3 = H^2SO^4 + 2NO.$$

Окислы азота, такимъ образомъ, служатъ для передачи кислорода, и окисленіе, медленно происходящее подъ вліяніемъ атмосфернаго кислорода, быстро производится въ присутствіи этихъ соединеній, такъ что теоретически безконечно-малое количество этого соединенія въ состояніи превратить неопредѣленное количество сѣрнистаго газа, воды и кислорода въ сѣрную кислоту. Чтобы посредствомъ этой особенной реакціи добывать фабричнымъ образомъ сѣрную кислоту, сожигаютъ сѣру въ токѣ воздуха или жгутъ же-

лѣзный или мѣдный колчеданы, причемъ металлы окисляются и получается сѣрнистый газъ. Сѣрнистая двуокись, смѣшанная съ большимъ количествомъ воздуха, вступаетъ въ камеры, выстланныя внутри свинцовыми листами, въ нихъ въ тоже время впускается изъ пароваго котла водяной паръ (фиг. 29). Азотная кислота полу-

Ф. 29.



чается или вслѣдствіе нагрѣванія смѣси сѣрной кислоты и селитры съ горящею сѣрою, и тогда ея пары, содержащіе сѣрнистую двуокись, впускаютъ въ камеры, или же въ нихъ ставятъ предварительно плоскіе сосуды съ азотною кислотою. Конецъ камеръ, противоположный печи, въ которой сжигается сѣра, соединяется съ высокою трубою, поддерживающею необходимую тягу *); такъ-какъ этимъ самымъ терялась бы нѣкоторая часть окисловъ азота, то улетучивающіеся газы пропускаютъ сначала черезъ высокій свинцовый цилиндръ, который наполненъ коксомъ, смоченнымъ сѣрною кислотою; сѣрная кислота поглощаетъ соединенія азота и насыщенная ими снова переносится въ камеру. На днѣ свинцовой камеры скопляется разжиженная сѣрная кислота, такъ называемая *камерная кислота*, удѣльный вѣсъ которой 1,6. Она нагрѣвается въ свинцовомъ котлѣ, причемъ вода испаряется до тѣхъ поръ, пока удѣльный вѣсъ кислоты достигнетъ 1,72; эта котельная кислота можетъ уже безъ дальнѣйшей концентраціи употребляться для многихъ цѣлей; чтобы получить концентрированную сѣрную кислоту, дальнѣйшее испареніе должно производить въ стеклянныхъ или платиновыхъ сосудахъ, такъ

---

*) Когда въ свинцовой камерѣ недостаетъ водянаго пара то образуются такъ называемые свинцово-камерные кристаллы, $SO_2 \left\{ \begin{matrix} NO_2 \\ OH \end{matrix} \right.$, твердое соединеніе, являющееся въ видѣ бѣлыхъ кристалловъ, которое подъ вліяніемъ воды разлагается на сѣрную и азотную кислоты и окись азота.

какъ крѣпкая кислота дѣйствуетъ на свинецъ; при этомъ перегоняется часть разжиженной кислоты, которую снова возвращаютъ въ свинцовый котелъ, продолжая такъ до тѣхъ поръ, пока удѣльный вѣсъ оставшейся въ ретортѣ кислоты не достигнетъ 1,8. Этотъ сырой продуктъ, идущій въ торговлю подъ именемъ *англійской сѣрной кислоты*, содержитъ немного воды и, кромѣ того, большею частью свинецъ, окислы азота, а также часто и мышьякъ. Чтобы получить изъ нея чистую сѣрную кислоту, должно перегонять ее; сначала перегоняютъ разжиженную кислоту, а когда точка кипѣнія возрастетъ до 338°, то начинаетъ перегоняться концентрированная сѣрная кислота, удѣльный вѣсъ которой при 0° = 1,854, но она не совершенно еще освобождена отъ воды,—она содержитъ обыкновенно 98,5 проц. H^2SO^4. При сильномъ охлажденіи ея, отдѣляются безцвѣтные кристаллы, которые состоятъ изъ чистаго соединенія H^2SO^4; они не могутъ быть перегоняемы безъ разложенія, но при нагрѣваніи выдѣляютъ сначала небольшое количество сѣрнаго ангидрида и тогда при 338° перегоняется кислота, содержащая 98,5 проц. Концентрированная сѣрная кислота имѣетъ большое сродство къ водѣ и поглощаетъ весьма быстро водяные пары воздуха; поэтому она находитъ большое примѣненіе при высушиваніи, особенно газовъ. При смѣшеніи съ водой сѣрная кислота развиваетъ чрезвычайно много тепла, такъ что жидкости эти должно смѣшивать только съ большою постепенностью; при быстромъ же смѣшеніи происходитъ явленіе подобное взрыву. Одна частица сѣрной кислоты соединяется съ одною частицею воды въ соединеніе $SH^2O^4 + H^2O$, которое кристаллизуется при $+ 7°$ въ ромбическихъ кристаллахъ. Отъ сильнаго сродства концентрированной сѣрной кислоты къ водѣ зависитъ то, что она отнимаетъ отъ многихъ органическихъ веществъ кислородъ и водородъ, чтобы образовать воду. На этомъ основывается, какъ было уже упомянуто раньше, добываніе окиси углерода изъ щавелевой и муравьиной кислотъ, и этилена изъ спирта; на томъ же основаніи концентрированная сѣрная кислота обугливаетъ дерево и сахаръ.

Если пары сѣрной кислоты пропускать черезъ до-красна раскаленный кирпичь, то она распадается на сѣрнистый газъ, кислородъ и воду; этимъ разложеніемъ пользуются, чтобы добывать кислородъ дешевымъ способомъ и въ большемъ количествѣ; смѣсь газовъ пропускается черезъ воду, которая растворяетъ сѣрнистый газъ, превращающійся въ свинцовыхъ камерахъ снова въ сѣрную кислоту, а далѣе выдѣляется чистый кислородъ. Сѣрная кислота есть двухосновная кислота, т е. она содержитъ 2 атома водорода, которые могутъ замѣщаться металлами.

Между солями сѣрной кислоты, соли барія и свинца замѣчательны тѣмъ, что онѣ нерастворимы въ водѣ и кислотахъ, и на этомъ основано употребленіе растворимыхъ солей барія или свинца, чтобы показать присутствіе сѣрной кислоты или ея солей въ какой либо жидкости; если, напримѣръ, въ весьма сильно разведенную сѣрную кислоту влить нѣсколько капель раствора хлористаго барія, то мгновенно произойдетъ бѣлая муть, такъ какъ здѣсь черезъ двойное разложеніе образуются хлористый водородъ и нерастворимая сѣрнобаріевая соль:

$$H^2SO^4 + Ba\,Cl^2 = 2HCl + BaSO^4$$

Сѣрноватистая кислота или сѣрноватистый гидратъ, $H^2S^2O^3$.

Если кипятить растворъ сѣрнистонатріевой соли съ сѣрнымъ цвѣтомъ или пропускать сѣрнистую двуокись черезъ растворъ сѣрнистонатріевой соли, то получится сѣрноватистонатріевая соль (сѣрноватистокислый натръ), соль, которую употребляютъ въ фотографіи для укрѣпленія полученныхъ изображеній, потому что она имѣетъ свойство растворять нерастворимыя соединенія серебра, которыя тогда не подвергаются уже дѣйствію свѣта. Если прибавить къ раствору этого соединенія кислоты болѣе крѣпкой, то сѣрноватистая кислота становится свободною; черезъ нѣсколько мгновеній она разлагается на сѣру, которая выдѣляется въ видѣ тонкаго порошка, и на сѣрнистую кислоту:

$$H^2S^2O^3 = S + H^2SO^3.$$

Сѣрнистый газъ соединяется непосредственно не только съ кислородомъ, но также съ хлоромъ и образуетъ соединеніе SO^2Cl^2. Подобно тому какъ сѣрнистый ангидридъ, соединяясь съ одной частицей воды, даетъ сѣрную кислоту, онъ соединяется также съ одной частицей хлористаго водорода, образуя соединеніе SO^3HCl.

Эти соединенія интересны по реакціи своего образованія изъ сѣрной кислоты, они имѣютъ большое значеніе для пониманія состава многихъ тѣлъ, какъ напр., кислотъ, разсматриваемыхъ какъ вода, въ которой одинъ атомъ водорода замѣщенъ группой атомовъ, называемыхъ сложнымъ ра-

дикаломъ. Если воду привести въ прикосновеніе съ соединеніемъ хлора и фосфора (пятихлористый фосфоръ) PCl_5, то получимъ въ результатѣ хлористый водородъ и хлорокись фосфора:

$$H^2O + PCl^5 = 2HCl + POCl^3.$$

Если дѣйствовать на концентрированную сѣрную кислоту пятихлористымъ фосфоромъ, то произойдетъ реакція, выражающаяся слѣдующими двумя уравненіями:

1) $H^2SO^4 + PCl^5 = HCl + POCl^3 + HClSO^3.$

2) $HClSO^3 + PCl^6 = HCl + POCl^3 + Cl^2SO^2.$

Слѣдовательно въ этомъ примѣрѣ сѣрная кислота при каждой реакціи лишается 1 атома водорода и 1 атома кислорода, мѣсто которыхъ заступаетъ хлоръ, то есть группа атомовъ HO замѣщается хлоромъ. Но мы можемъ разсматривать сѣрную кислоту какъ двѣ частицы воды, въ которой 2 атома водорода замѣщены группой SO^2.

$$\left.\begin{matrix}H^2\\H^2\end{matrix}\right\} O, \left.\begin{matrix}SO^2\\H^2\end{matrix}\right\} O^2 \text{ или } \begin{matrix}HOH\\HOH\end{matrix}, SO^2\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$$

При такомъ способѣ писанія, который имѣетъ большое преимущество для изображенія многихъ реакцій, соединенія происходящія отъ сѣрнистыхъ дву-и трехокисей, легко представить для обзора слѣдующимъ образомъ:

SO^2	$SO^2\}O$	$SO^2\left\{\begin{matrix}H\\OH\end{matrix}\right.$	$SO^2\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.$
сѣрнистая двуокись.	сѣрная трехокись.	сѣрнистая кислота.	сѣрная кислота.
$SO^2\left\{\begin{matrix}OH\\SH\end{matrix}\right.$	$SO^2\left\{\begin{matrix}OH\\Cl\end{matrix}\right.$	$SO^2\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right.$	$SO^2\left\{\begin{matrix}OH\\NO_2\end{matrix}\right.$
сѣрноватистая кислота.	сѣрная хлорокись.	хлористый сульфурилъ.	свинцовокамерные кристаллы.

СОЕДИНЕНІЯ СѢРЫ СЪ ВОДОРОДОМЪ.

Сѣрнистый водородъ или сѣроводородъ: H^2S. — Частичный вѣсъ 34. Плотность 16.

Двусѣрнистый водородъ: H^2S^2. — Частичный вѣсъ 66.

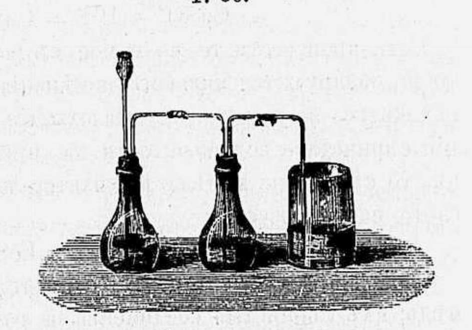
1. **Сѣрнистый водородъ**, H^2S.

Сѣра не соединяется прямо съ водородомъ, но во многихъ сѣрнистыхъ металлахъ металлъ можетъ замѣщаться водородомъ; дѣйствуя на сѣрнистое желѣзо разведенною сѣрною кислотою, получаютъ сѣрножелѣзистую соль и сѣроводородъ:

$$FeS + H^2SO^4 = H^2S + FeSO^4.$$

Для добыванія этого газа употребляютъ приборъ, изображенный на фиг. 30-й. Сѣроводородъ есть безцвѣтный газъ, сильный и непріятный запахъ котораго похожъ на запахъ гнилыхъ яицъ (онъ находится въ нихъ). Зажженный онъ сгараетъ синимъ пламенемъ въ сѣрнистую двуокись и воду. Онъ ядовитъ и вредно дѣйствуетъ на здоровье, находясь въ воздухѣ даже въ небольшомъ количествѣ. Онъ легко растворимъ въ водѣ: 1 объемъ воды растворяетъ при 0° 4,37 объёма газа, а при 15° 3,23 объёма газа, растворъ окрашиваетъ лакмусовую бумажку, и обладаетъ запахомъ и вкусомъ свойственнымъ этому соединенію. Охлажденный до —74° или при обыкновенной температурѣ подъ давленіемъ 17 атмосферъ, онъ сгущается въ безцвѣтную, подвижную и сильно преломляющую свѣтъ жидкость, которая при —85° отвердѣваетъ въ твердую, подобную льду, массу. Сѣрнистый водородъ находится въ природѣ въ волканическихъ газахъ и въ видѣ воднаго раствора, въ такъ называемыхъ сѣрныхъ ключахъ; онъ образуется при гніеніи содержащихъ сѣру органическихъ веществъ, какъ напр. яичный бѣлокъ, и черезъ раскаленіе сѣрнистыхъ металловъ въ присутствіи гніющей органической матеріи. Строеніе его опредѣляютъ, нагрѣвая тонкій оловянный листъ (листовое олово) въ измѣренномъ количествѣ газа, причемъ образуется сѣрнистое олово и освобождается водородъ, занимающій то же самое пространство, какое первоначально занято было сѣроводородомъ; 2 объёма или частица сѣрнистаго водорода или 34 вѣсовыя части состоятъ, слѣдовательно, изъ 2-хъ объёмовъ или 2-хъ вѣсовыхъ частицъ водорода и 1 объёма сѣрныхъ паровъ, вѣсъ которыхъ = 32. Если внести въ газъ платиновую проволоку, раскаленную электрическимъ токомъ, то газъ также распадается на сѣру, которая осаждается и на водородъ изъ этого явленія можно вывести тѣ же самыя заключенія о строеніи сѣроводорода.

Ф. 30.



Сѣроводородъ есть важный реактивъ и средство для различенія металловъ, которые поэтому можно подраздѣлять на различныя группы. Если пропускать газъ въ растворъ мѣднаго купороса, къ которому прибавляютъ прежде нѣсколько капель соляной кислоты, то образуется черный осадокъ сѣрнистой мѣди, и мѣдь, если пропускать достаточно газа, совершенно выдѣляется изъ раствора:

$$CuSO^4 + H^2S = CuS + H^2SO^4.$$

Если произвести то же самое съ растворомъ желѣзнаго купороса, то не обнаружится никакого измѣненія; сѣрнистое желѣзо не можетъ находиться въ присутствіи кислоты, какъ мы видѣли это при добываніи сѣрнистаго водорода; если же прибавить предварительно щелочи, то сѣрнистое желѣзо выдѣлится, потому что освободившаяся кислота нейтрализуется:

$$FeSO^4 + 2KOH + H^2S = FeS + K^2SO^4 + 2H^2O.$$

Нѣкоторые другіе металлы относятся къ сѣроводороду также какъ мѣдь; ихъ сѣрнистыя соединенія не распадаются подъ вліяніемъ кислотъ; другая группа даетъ, какъ желѣзо, сѣрнистыя соединенія, нерастворимыя въ водѣ, но разлагающіяся кислотами, и третья группа металловъ образуетъ сѣрнистыя соединенія, растворимыя въ водѣ, и въ растворахъ которыхъ, подкисленныхъ соляною кислотою, сѣрнистый водородъ не производитъ поэтому никакого осадка. Многія нерастворимыя сѣрнистыя соединенія отличаются характеристическимъ окрашиваніемъ, и сѣрнистый водородъ употребляется не только какъ средство раздѣленія этихъ трехъ группъ, но даже какъ способъ узнаванія отдѣльныхъ металловъ.

Двусѣрнистый водородъ, H^2S^2.

Если вливать по каплѣ растворъ двусѣрнистаго кальція въ разведенную соляную кислоту, то двусѣрнистый водородъ выдѣлится какъ тяжелая масляная жидкость:

$$CaS^2 + 2H^2Cl = HS^2 + CaCl^2.$$

Это соединеніе обладаетъ особенно сильнымъ запахомъ; бѣлитъ органическія вещества и легко разлагается, особенно при нагрѣваніи, на сѣрнистый водородъ и сѣру, и въ этомъ свойствѣ сходно съ перекисью водорода.

Углесѣра или двусѣрнистый углеродъ, CS^2.

Частичный вѣсъ 76. — Плотность 38.

При пропусканіи сѣрныхъ паровъ черезъ раскаленный древесный

уголь образуется летучее соединеніе CS^2, которое, охлаждаясь, сгущается въ тяжелую безцвѣтную жидкость, нерастворимую въ водѣ и имѣющую сильно непріятный запахъ. Сѣрнистый углеродъ кипитъ при 43,3° и имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,272; онъ весьма легко воспламеняется; паръ его, смѣшанный съ воздухомъ, воспламеняется уже при 149° и сгараетъ въ угольный ангидридъ и сѣрнистый газъ. Сѣрнистый углеродъ превосходно растворяетъ смолу, жирныя масла, каучукъ, сѣру, фосфоръ и т. д., имѣетъ весьма много техническихъ примѣненій; по причинѣ своей воспламеняемости и летучести, также какъ по причинѣ ядовитыхъ свойствъ, которыми онъ обладаетъ, онъ долженъ употребляется съ осторожностью.

Соединенія сѣры съ водородомъ и углеродомъ имѣютъ большое сходство съ окисями этихъ элементовъ, не только въ ихъ строеніи, какъ:

вода, H^2O и сѣрнистый водородъ, H^2S
перекись водорода, H^2O^2 и двусѣрнистый водородъ, H^2S^2
угольный ангидридъ CO^2 » двусѣрнистый углеродъ, CS^2,

но даже въ химическихъ отношеніяхъ они показываютъ большое сходство, которое распространяется на многія другія окиси и сѣрнистыя соединенія.

Сѣра непосредственно соединяется съ элементами хлорной группы; при пропусканіи хлорнаго газа черезъ расплавленную сѣру, образуются соединенія Cl^2S^2 и Cl^2S, оба жидки; первое кипитъ при 138°, второе при 64°.

Селенъ *).

Атомный вѣсъ 79,5 = Se. — *Плотность паровъ* 79,5.

Селенъ есть рѣдкій элементъ, который имѣетъ большое сходство съ сѣрой и встрѣчается, какъ въ свободномъ состояніи, такъ и въ соединеніи съ металлами, преимущественно въ видѣ селенистаго свинца, PbSe; онъ былъ открытъ Берцеліусомъ, который нашелъ его въ шведскихъ желѣзныхъ колчеданахъ. Селенъ, какъ сѣра, является въ различныхъ аллотропическихъ измѣненіяхъ. Если расплавленный селенъ быстро охлаждать, то образуется темно-коричневая

*) Отъ греческаго слова—луна.

стекловидная масса, которая въ тонкихъ пластинкахъ пропускаетъ красный цвѣтъ и имѣетъ раковистый изломъ; при очень медленномъ охлажденіи онъ становится кристаллическимъ и металлически-блестящимъ, какъ свинецъ; въ двусѣрнистомъ углеродѣ онъ кристаллизуется въ моноклиноэдрическихъ призмахъ; въ мелко-раздѣленномъ состояніи, какъ онъ выдѣляется изъ нѣкоторыхъ соединеній, онъ образуетъ кирпично-красный порошокъ. Онъ плавится при 217°, кипитъ немного ниже красно-калильнаго жара и даетъ темно-желтые пары. На воздухѣ онъ горитъ синимъ пламенемъ и распространяетъ при этомъ особенный запахъ, который принадлежитъ къ неизслѣдованнымъ еще окисламъ.

Селеновая двуокись, SeO^2, происходитъ при сгараніи селена въ воздухѣ или кислородѣ, и образуетъ бѣлые кристаллы; то же соединеніе получается при обработываніи селена азотною кислотою. Селеновая двуокис растворяется въ водѣ и образуетъ селенистую кислоту H_2SeO_3, которая даетъ рядъ солей весьма подобныхъ солямъ сѣрнистой кислоты. При пропусканіи сѣрнистой двуокиси черезъ водный растворъ селенистой кислоты, образуется сѣрная кислота, а селенъ выдѣляется въ видѣ краснаго порошка:

$$H^2SeO^3 + 2SO^2 + H^2O = 2H^2SO^4 + Se.$$

Селеновая кислота или селеновый гидратъ, H^2SeO^4, получается при плавленіи какой либо соли селенистой кислоты съ селитрою, потомъ расплавленная масса растворяется въ водѣ и смѣшивается съ растворомъ свинцовой соли. Тогда осаждается нерастворимая селеново-свинцовая соль. Ее собираютъ и, смѣшавъ съ водою, пропускаютъ въ нее сѣроводородъ. Сѣрнистый водородъ разлагаетъ свинцовую соль и даетъ селеновую кислоту и сѣрнистый свинецъ. Жидкость отъ нерастворимаго сѣрнистаго свинца процѣживаютъ, выпариваютъ и получаютъ селеновую кислоту, жидкость, подобную сѣрной кислотѣ, которая при нагрѣваніи распадается на селеновую двуокись, кислородъ и воду; соли этой кислоты имѣютъ большое сходство съ соотвѣтствующими имъ солями сѣрной кислоты.

Селенистый водородъ, H^2Se.

Этотъ газъ, подобно сѣрнистому водороду, получается дѣйствіемъ разжиженной сѣрной кислоты на селенистый металлъ; онъ безцвѣтенъ, горючъ, обладаетъ противнымъ запахомъ и ядовитъ. Изъ растворовъ многихъ металлическихъ солей онъ осаждаетъ нерастворимые въ водѣ селенистые металлы.

Теллуръ *).

Атомный вѣсъ 129 = *Te*.—*Плотность пара* 129.

Этотъ рѣдкій элементъ находится, какъ въ свободномъ состояніи, такъ и въ соединеніи съ металлами, золотомъ, серебромъ, свинцомъ и т. д. преимущественно въ Трансильваніи. Онъ имѣетъ серебристо-бѣлый цвѣтъ и металлическій блескъ; удѣльный вѣсъ его 6,25, плавится около 500° и можетъ улетучиваться при бѣло-калильномъ жарѣ въ струѣ водорода. Нагрѣтый въ воздухѣ онъ сгараетъ сине-зеленымъ пламенемъ въ двуокись теллура, TeO^2, бѣлое кристаллическое тѣло, которое растворяется въ водѣ въ теллуристую кислоту, H^2TeO_3, которой соотвѣтствуетъ рядъ солей, называемыхъ *теллуристыми*. При плавленіи теллура или теллуристаго калія съ селитрой, получается теллурокаліевая соль K^2TeO^4.

Теллуровая кислота, которая получается изъ этого соединенія, образуетъ большіе, содержащіе воду кристаллы, $H^2TeO^4 + 2H^2O$, которые на воздухѣ теряютъ кристаллизаціонную воду и распадаются въ бѣлый порошокъ безводной теллуровой кислоты, который при нагрѣваніи распадается на теллурную трехокись, TeO^3, и воду.

Теллуристый водородъ TeH^2, есть безцвѣтный газъ, который получается при дѣйствіи кислотъ на теллуристое желѣзо, имѣетъ запахъ подобный сѣрнистому водороду и проявляетъ совершенно тѣ же самыя свойства, по отношенію къ металлическимъ солямъ.

Кислородъ, сѣра, селенъ и теллуръ составляютъ естественную группу элементовъ, которая характеризуется тѣмъ, что 1 атомъ каждаго изъ нихъ соединяется съ двумя атомами водорода, образуя соединенія:

$$H^2O, H^2S, H^2Se, H^2Te.$$

Три послѣдніе элемента показываютъ тоже отношеніе въ своихъ физическихъ свойствахъ, какъ хлоръ, бромъ и іодъ. Средняя величина атомическихъ вѣсовъ сѣры и теллура почти равняется атомному вѣсу селена, который въ своихъ физическихъ свойствахъ, какъ

---

*) Отъ *Tellus*, земля.

удѣльный вѣсъ, точки плавленія и кипѣнія, занимаетъ средину между обоими другими тѣлами.

Кремній или силицій.

Атомный вѣсъ: 28 = *Si*.

Кремній вмѣстѣ съ кислородомъ принадлежитъ къ числу наичаще встрѣчающихся элементовъ и составляетъ одну изъ главныхъ составныхъ частей земной коры. Онъ не встрѣчается въ свободномъ состояніи, но всегда въ соединеніи съ кислородомъ, какъ кремнеземъ, кремневая двуокись, SiO^2, который является въ чистомъ состояніи въ видѣ горнаго хрусталя, кварца и кремня, и какъ главная составная часть многихъ горныхъ породъ. Кремнеземъ образуетъ съ металлическими окислами (подобно угольному ангидриду) рядъ солей, называемымъ *силикатами*, которыя составляютъ главныя составныя части многихъ горныхъ породъ, преимущественно кристаллическихъ камней.

Чтобы добыть чистый кремній, нагрѣваютъ кремнефтористый калій, K^2SiFl^6, съ натріемъ или каліемъ:

$$K^2SiFl^6 + 4K = 6KFl + Si.$$

Происходитъ сильная реакція, по охлажденіи массу кладутъ въ воду, которая растворяетъ фтористый калій, а кремній остается въ формѣ аморфнаго коричневаго порошка, который при нагрѣваніи въ воздухѣ сгараетъ въ кремневую окись. Если подвергать его сильному каленію безъ доступа воздуха, то онъ становится болѣе плотнымъ и превращается въ графитовидную массу. Если прибавить цинка при добываніи кремнія, то онъ растворяется въ расплавленномъ металлѣ и при охлажденіи выдѣляется въ кристаллахъ, которые легко можно отдѣлить отъ цинка, обработывая разведенными кислотами. Кристаллическій кремній образуетъ блестящіе кристаллы стальнаго цвѣта, которые рѣжутъ стекло, удѣльный вѣсъ ихъ 2,49; плавятся они при температурѣ, находящейся между точкой плавленія чугуна и стали.

Кремневая двуокись или кремнеземъ, SiO^2.

Частичный вѣсъ 60.

Кремнеземъ очень распространенъ въ природѣ и извѣстенъ, какъ

минералъ, подъ именемъ кварца, который является въ гексагональныхъ кристаллахъ и въ очень многихъ видоизмѣненіяхъ (горный хрусталь, халцедонъ, агатъ, кремень и т. д.) Кремнеземъ образуетъ далѣе главную составную часть песчанника и кварцеваго песку и т. д. Кристаллическій кремнеземъ имѣетъ удѣльный вѣсъ 2,6, нерастворимъ въ водѣ и во всѣхъ кислотахъ, за исключеніемъ фтористаго водорода, и плавится только въ гремучемъ газѣ въ прозрачную стекловидную массу. Если смѣшать превращенный въ мелкій порошекъ кварцъ или бѣлый песокъ съ четвернымъ вѣсомъ углепатріевой соли и подвергнуть смѣсь сильному каленію, то она плавится, выдѣляя угольный ангидридъ, въ стекловидную массу кремненатріевой соли, которая растворима въ кипящей водѣ (растворимое стекло); при прибавленіи къ этому раствору хлористаго водорода, освобождается кремневая кислота или гидратъ кремнезема, H^4SiO^4, которая отчасти выдѣляется въ видѣ студенистой массы, частью остается растворена въ водѣ. Если этотъ растворъ вливать въ плоскій сосудъ, дно котораго сдѣлано изъ пергаментной бумаги и который плаваетъ въ водѣ, то хлористый натрій и излишекъ соляной кислоты переходятъ въ наружную воду и остается свѣтлый растворъ чистой кремневой кислоты, который можно концентрировать выпариваніемъ до тѣхъ поръ, пока содержаніе кремневой кислоты возрастетъ до 14%. Этотъ растворъ послѣ нѣкотораго времени переходитъ въ прозрачную студенистую массу. Этотъ способъ отдѣленія извѣстенъ подъ именемъ *діализа*: онъ основывается на томъ, что пергаментная бумага совершенно пропускаетъ находящіяся въ растворѣ кристаллическія соединенія (кристаллоиды), но не пропускаетъ аморфныя, студенистыя тѣла (коллоиды), какъ камедь, клей и т. д. Студенистая кремневая кислота при высушиваніи отлагаетъ мелкій бѣлый порошокъ аморфной двуокиси кремнія, который нерастворимъ въ водѣ и имѣетъ удѣльный вѣсъ 2,3. Искусственно добытые силикаты имѣютъ обширное примѣненіе; важнѣйшія изъ нихъ суть водное стекло, стекло, фарфоръ и т. д.

Водородистый кремній, SiH^4, образуется при обработываніи кремніеваго магнія соляною кислотою; онъ есть безцвѣтный газъ, самъ собою воспламеняющійся на воздухѣ и сгарающій бѣлымъ пламенемъ въ воду и двуокись кремнія,—послѣдняя отдѣляется въ видѣ дымчатыхъ колецъ.

Хлористый кремній, $SiCl_4$.

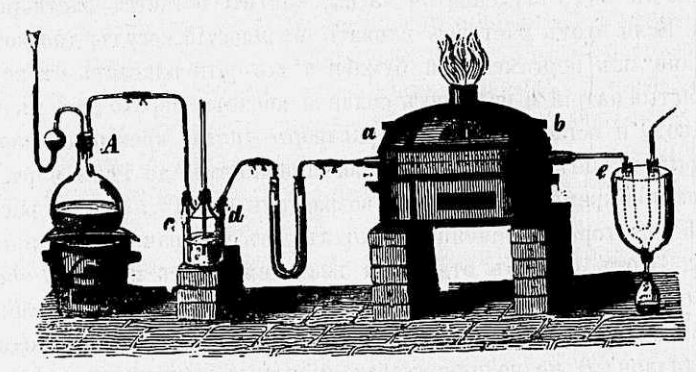
Это соединеніе образуется при нагрѣваніи кремнія въ хлорномъ

газѣ; при добываніи его обыкновенно пропускаютъ сухой хлорный газъ черезъ раскаленную смѣсь тонко-раздѣленной двуокиси кремнія и древеснаго угля; хлоръ дѣйствуетъ на двуокись кремнія, но только въ присутствіи углерода и при накаливаніи, причемъ образуетъ хлористый кремній и окись углерода:

$$SiO^2 + Cl^4 + C^2 = SiCl^4 + 2CO.$$

Приборъ, изображенный на фиг. 31-й, служитъ для добыванія этого соединенія, хлорный газъ пропускаютъ черезъ сѣрную кислоту, чтобы совершенно высушить его, и проводятъ тогда въ фарфоровую трубку, которая нагрѣвается въ печи до краснаго каленія; въ трубкѣ помѣщается смѣсь кремнезема и угля; образовавшійся хлористый кремній улетучивается и сгущается въ охлажденной трубкѣ въ видѣ U. Онъ есть безцвѣтная жидкость, которая кипитъ

Ф. 31.



при 59° и имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,52. Съ водою онъ разлагается на хлористый водородъ и кремневую кислоту:

$$SiCl^4 + 4H^2O = H^4SiO^4 + 4HCl.$$

Фтористый кремній, $SiFl_4$.

Этотъ газъ образуется, когда фтористый водородъ приходитъ въ прикосновеніе съ двуокисью кремнія или какимъ либо силикатомъ, и отъ этой реакціи зависитъ то, что фтористый водородъ разъѣдаетъ стекло. При добываніи нагрѣваютъ одинаковыя вѣсовыя части обращеннаго въ мелкій порошокъ плавиковаго шпата и бѣлаго песку, съ 8-ью вѣсовыми частями концентрированной сѣрной кислоты; сначала образуется фтористый водородъ, который дѣйствуетъ тогда на кремнеземъ:

1) $CaFl^2 + H^2SO^3 = CaSO^4 + 2HFl.$

2) $4HFl + SiO^3 = 2H^2O + SiFl^4.$

Образовавшаяся вода удерживается избыткомъ сѣрной кислоты, а фтористый кремній улетучивается какъ безцвѣтный газъ, который не горючъ, не поддерживаетъ горѣніе и подъ вліяніемъ сильнаго холода или давленія сгущается въ безцвѣтную жидкость; его должно собирать надъ ртутью, такъ-какъ съ водою онъ мгновенно разлагается, отдѣляя студенистую кремневую кислоту, и образуя другую растворимую кислоту, которая называется *кремнефтористоводородною кислотою*:

$$3SiFl^2 + 4H^4O = 2H^2SiFl^6 + H^4SiO^4.$$

Водный растворъ этой кислоты имѣетъ сильную кислую реакцію, при выпариваніи происходитъ разложеніе, причемъ фтористый водородъ и фтористый кремній улетучиваются. Кремнефтористый барій нерастворимъ въ водѣ; основываясь на этомъ, употребляютъ кислоту при добываніи хлорной кислоты и какъ средство для опредѣленія.

Боръ.

Атомный вѣсъ 11 = B.

Боръ находится въ природѣ въ видѣ борной кислоты борнонатріевой соли или буры. При нагрѣваніи трехокиси бора, B^2O^3, съ натріемъ получается чистый боръ, въ видѣ аморфнаго, темно-зеленаго порошка; онъ растворяется въ расплавленномъ аллюминіи и выдѣляется оттуда при охаажденіи въ безцвѣтныхъ почти октаэдрическихъ кристаллахъ, которые обладаютъ блескомъ алмаза и столь тверды, что царапаютъ рубинъ; удѣльный вѣсъ ихъ 2,68. Въ нѣкоторыхъ изъ этихъ кристалловъ находили углеродъ, который долженъ тамъ быть въ формѣ алмаза, такъ что углеродъ былъ полученъ искусственно въ видѣ алмазнаго видоизмѣненія. Боръ сгараетъ при сильномъ нагрѣваніи въ кислородѣ въ трехокись бора, а въ хлорѣ въ треххлористый боръ; онъ одинъ изъ немногихъ элементовъ, которые прямо соединяются съ азотомъ; при краснокалильномъ жарѣ онъ поглощаетъ этотъ газъ съ отдѣленіемъ свѣта.

Борная кислота, H^3BO^3.

Это соединеніе встрѣчается въ свободномъ состояніи въ вулкани-

ческихъ кратерахъ на липарскомъ островѣ Волкано, въ Калифорніи, но преимущественно въ тосканскихъ мареммахъ, гдѣ изъ старыхъ вулканическихъ земныхъ разщелинъ непрерывно выходитъ струя газовъ и водяныхъ паровъ, называемыхъ *suffioni*; въ нихъ содержится небольшое количество борной кислоты, которая собирается въ лагунахъ, образующихся сгущеніемъ водяныхъ паровъ. Этотъ растворъ концентрируютъ черезъ выпариваніе въ плоскихъ сосудахъ, которые нагрѣваются горящей струей пара до тѣхъ поръ, пока борная кислота выкристаллизуется. Изъ Тосканы вывозится ежегодно около 4,000 цент. сырой кислоты.

Борнонатріевая соль находится, какъ минералъ, въ Тибетѣ и Калифорніи, подъ именемъ тинкаля или буры. Чтобы добыть чистую борную кислоту, горячій растворъ борнонатріевой соли разлагаютъ соляною или сѣрною кислотою, при охлажденіи выдѣляется кристаллизованная борная кислота въ формѣ безцвѣтныхъ табличекъ, которыя жирны на ощупь и мало растворимы въ холодной водѣ, съ горячей же легче растворимы; борная кислота растворяется въ спиртѣ, и этотъ растворъ горитъ прекраснымъ зеленымъ пламенемъ; то же окрашиваніе даетъ кислота пламени паяльной трубки. При нагрѣваніи борная кислота теряетъ воду и плавится при красно-калильномъ жарѣ въ стекловидную массу трехокиси бора или ангидрида борной кислоты, B^2O^3. Борная кислота можетъ быть узнаваема по зеленому окрашиванію пламени и потому, что ея растворъ окрашиваетъ въ бурый цвѣтъ куркумовую бумажку и слабо окрашиваетъ синюю лакмусовую. Щелочи также имѣютъ свойство окрашивать въ бурый цвѣтъ куркумовую бумажку; кислоты снова возстановляютъ ея желтый цвѣтъ, измѣнившійся отъ щелочей, между тѣмъ какъ окрашиваніе отъ борной кислоты остается неизмѣненнымъ. Борная кислота есть очень слабая кислота, въ которой трудно замѣстить весь водородъ металлами и большую часть солей должно разсматривать какъ соединеніе борной кислоты съ ея солями.

Боръ соединяется съ хлоромъ въ трехъхлористый боръ, BCl^3, и съ фторомъ въ трехфтористый боръ, BFl_3; эти соединенія добываютъ точно такимъ же способомъ, какъ соотвѣтствующія соединенія кремнія, съ которыми они имѣютъ большое сходство, несмотря на нѣсколько различное химическое строеніе. Трехфтористый боръ есть газъ, который переходитъ съ водой въ борную кислоту и борнофтористый водородъ $HBFl^4$.

Фосфоръ.

Атомный вѣсъ 31 = P.—*Плотность пара* 62.

Фосфоръ не встрѣчается въ природѣ въ свободномъ состояніи, но главнымъ образомъ въ видѣ фосфорноизвестковой соли (фосфорнокислая известь); въ минеральномъ царствѣ въ апатитѣ и фосфоритѣ; въ растительномъ преимущественно въ сѣменахъ; въ животномъ царствѣ это соединеніе образуетъ главную минеральную составную часть костей. Небольшое количество фосфорноизвестковой соли находится въ древнѣйшихъ кристаллическихъ породахъ, благодаря разрушенію которыхъ образовались плодородныя почвы, изъ которыхъ соль эта принимается растеніями и съ ними идетъ въ пищу животныхъ; даже фосфоръ есть необходимая составная часть головнаго и спиннаго мозга. Фосфоръ былъ открытъ случайно въ 1669 г. *Брандтомъ* въ Гамбургѣ, который получилъ его изъ мочи; но впервые въ 1799 г. Шеле показалъ, что этотъ элементъ содержится въ костяхъ и точно изслѣдовалъ его свойства.

Для добыванія фосфора смѣшиваются 3 части костянаго пепла съ 2 частями сѣрной кислоты и 15—20 частями воды; образуется нерастворимая сѣрноизвестковая соль (гипсъ) и растворъ кислой фосфорноизвестковой соли (кислая фосфорнокислая известь), который становится свѣтлымъ. Сливъ этотъ растворъ, выпариваютъ его до густоты сиропа, хорошо перемѣшиваютъ съ порошкомъ древеснаго угля, высушиваютъ и нагрѣваютъ высушенную массу въ глиняныхъ ретортахъ, горла которыхъ погружаютъ въ воду; половина фосфора становится свободною, улетучивается и скопляется подъ водой, причемъ отдѣляется окись углерода (а въ ретортѣ остается пирофосфорноизвестковая соль). Такимъ-образомъ приготовленный сырой фосфоръ очищаютъ, расплавляя его подъ водою; расплавленная масса прожимается черезъ кожу, гдѣ удерживаются частицы угля и т. д. Онъ идетъ въ торговлю отлитый въ видѣ палочекъ. Главное примѣненіе фосфора заключается въ приготовленіи съ помощію его зажигательныхъ спичекъ.

Фосфоръ представляетъ слегка желтоватое, полупрозрачное твердое тѣло; при обыкновенной температурѣ онъ мягокъ какъ воскъ, на холодѣ хрупокъ. Удѣльный вѣсъ его 1,83; онъ плавится при 44° въ безцвѣтную жидкость, а при 290° кипитъ и даетъ безцвѣтный паръ. На воздухѣ онъ

даетъ бѣлые пары, которые имѣютъ особенный чесночный запахъ и свѣтятся въ темнотѣ (φῶς, свѣтъ, φέρω, несу); при этомъ фосфоръ окисляется въ фосфористую кислоту. На воздухѣ онъ волспаменяется; нагрѣтый немного выше точки своего плавленія, сгараетъ блестящимъ бѣлымъ пламенемъ въ пятиокись фосфора, P^2O^5. Это воспламененіе производится слабымъ треніемъ или даже теплотой руки, поэтому-то и должно обходиться съ нимъ очень осторожно и разрѣзать его на куски всего лучше всегда подъ водой. По причинѣ своей легкой окисляемости, онъ долженъ быть сохраняемъ подъ водою, въ которой онъ нерастворимъ: въ маслахъ онъ растворимъ, въ особенности же легко растворяется въ сѣрнистомъ углеродѣ и кристаллизуется, при выпариваніи этихъ растворовъ, въ блестящихъ какъ алмазъ кристаллахъ правильной системы.

При нагрѣваніи желтаго фосфора впродолженіи нѣсколькихъ часовъ, при 240°, въ атмосферѣ, которая не дѣйствуетъ на него химически (какъ угольная кислота или водородъ), онъ претерпѣваетъ замѣчательное видоизмѣненіе: онъ превращается въ темно-красную, непрозрачную массу, которая вѣситъ ровно столько же, какъ употребленный желтый фосфоръ. Это аллотропическое видоизмѣненіе называютъ *краснымъ* или *аморфнымъ* фосфоромъ. Красный фосфоръ нерастворимъ въ сѣрнистомъ углеродѣ, не окисляется при обыкновенной температурѣ воздуха и воспламеняется только при 260°, температура, при которой онъ снова превращается въ обыкновенный фосфоръ. Удѣльный вѣсъ аморфнаго фосфора 2,14. При нагрѣваніи кусочка обыкновеннаго фосфора въ сухой стеклянной трубкѣ съ самой незначительной долей іода, онъ соединяется съ нимъ, іодистый фосфоръ улетучивается, а оставшійся фосфоръ при этомъ переходитъ въ красное видоизмѣненіе.

Если расплавлять аморфный фосфоръ со свинцомъ въ стеклянной трубкѣ и сильно нагрѣвать, то фосфоръ растворяется въ расплавленномъ свинцѣ и выдѣляется снова при охлажденіи въ темныхъ, съ металлическимъ блескомъ, кристаллахъ, которые имѣютъ удѣльный вѣсъ 2,34.

Фосфоръ образуетъ два окисла, трехокись фосфора, P^2O^3, и пятиокись фосфора, P^2O^5.

Трехокись фосфора или фосфористый ангидридъ, P^2O^3.

Когда фосфоръ нагрѣвается при ограниченномъ притокѣ воздуха, то онъ сгараетъ тусклымъ пламенемъ въ трехокись фосфора, бѣлый

аморфный порошокъ, который воспламеняется на воздухѣ и соединяется весьма энергично съ водою въ фосфористую кислоту, H^3PO^3. Эта же самая кислота образуется, когда фосфоръ медленно окисляется на влажномъ воздухѣ и когда трехлористый фосфоръ подвергается дѣйствію воды:

$$PCl^3 + 3H^2O = H^3PO^3 + 3HCl.$$

При выпариваніи этого раствора соляная кислота улетучивается и, при охлажденіи, фосфористая кислота выдѣляется въ кристаллахъ; она двуосновная, т. е. изъ трехъ атомовъ водорода только два могутъ замѣщаться металлами, и какъ всѣ двуосновныя кислоты—образуютъ два ряда солей.

Пятиокись фосфора или фосфорный ангидридъ, P^2O^5.

Эта окись образуется всегда при горѣніи фосфора въ избыткѣ кислорода; она представляетъ бѣлый, легкій аморфный порошекъ, который улетучивается при нагрѣваніи, не плавясь, и возгоняется въ пробирномъ цилиндрѣ. Для добыванія ее кусочки фосфора сожигаютъ въ маленькой металлической чашкѣ, которая повѣшена въ срединѣ большаго и высушеннаго стекляннаго шара, куда вдуваютъ воздухъ посредствомъ мѣха; бѣлый порошокъ падаетъ на дно и при окончаніи этой операціи легко вытрясается изъ шара. Пятиокись фосфора чрезвычайно гигроскопична, т. е. она сильно притягиваетъ водяные пары изъ воздуха и расплывается въ фосфорную кислоту, H^3PO^4, почему она и употребляется въ лабораторіяхъ, какъ превосходное осушающее средство для газовъ.

Трехосновная фосфорная кислота или трехводная пятиокись фосфора, H^3PO^4.

Пятиокись фосфора растворяется въ водѣ съ сильнымъ нагрѣваніемъ и даже шипитъ, какъ накаленное желѣзо; при испареніи этого раствора получается фосфорная кислота, которая при выпариваніи до густоты сиропа и охлажденіи превращается въ расплывающіеся кристаллы:

$$P^2O^5 + 3H^2O = 2H^3PO^4.$$

Это же соединеніе получается при нагрѣваніи фосфора съ азотной кислотой; онъ растворяется постепенно съ образованіемъ красныхъ паровъ, состоящихъ изъ окисловъ азота. При кипяченіи этого раствора избытокъ азотной кислоты улетучивается и остается безцвѣтный растворъ фосфорной кислоты.

Соотвѣтствующая ей известковая соль, $Ca\left\{\begin{matrix}PO^4\\PO^4\end{matrix}\right.$, встрѣчающаяся въ костяномъ пеплѣ и различныхъ минералахъ, составляетъ главный источникъ полученія всѣхъ соединеній фосфора. Обработывая ее нѣсколько разъ сѣрною кислотою и выпаривая каждый разъ полученный растворъ, мы достигнемъ того, что весь кальцій выдѣлится въ формѣ гипса и въ нашемъ растворѣ останется чистая фосфорная кислота. Прибавляютъ къ этому раствору угленатріевой соли, причемъ выдѣляется угольный ангидридъ и какъ скоро жидкость перестанетъ быть кислою, она представляетъ растворъ соли $\left.\begin{matrix}H\\Na\\Na\end{matrix}\right\}PO^4$, которая при испареніи кристаллизуется въ большихъ прозрачныхъ призмахъ. Кристаллы эти содержатъ 12 частей кристаллизаціонной воды, $\left.\begin{matrix}H\\Na\\Na\end{matrix}\right\}PO^4 + 12H^2O$. Эта фосфорнодвунатріевая соль извѣстна въ торговлѣ подъ именемъ фосфорнокислаго натра. Если къ раствору его прибавимъ ѣдкаго натра, то получимъ при выпариваніи маленькія иглы нормальной фосфорнонатріевой соли, $Na^3PO^4 + 12H^2O$. При смѣшеніи раствора обыкновенной фосфорной соли съ растворомъ фосфорной кислоты, образуется двуводородная фосфорнонатріевая соль, $\left.\begin{matrix}H\\H\\Na\end{matrix}\right\}PO^4$ (кислый фосфорнокислый натръ или суперфосфатъ натрія). Такимъ образомъ въ трехосновной фосфорной кислотѣ можно замѣстить одинъ за другимъ всѣ атомы водорода натріемъ и тогда получается слѣдующій рядъ солей:

Трехводородная фосфорная соль		H^3PO^4.
Двуводороднонатріевая	»	$H^2Na\,PO^4$.
Водороднодвунатріевая	»	$H\,Na^2PO^4$.
Трехнатріевая	»	Na^3PO^4.

Но три атома водорода могутъ быть замѣщены также и различными металлами; напр. такъ называемая фосфорная соль, которая часто употребляется при изслѣдованіяхъ съ паяльной трубкой есть $\left.\begin{matrix}H\\NH^4\\Na\end{matrix}\right\}PO^4$. Трехосновная фосфорная кислота и ея соли могутъ быть легко распознаваемы по реакціи съ азотносеребряною солью, при этомъ появляется желтый осадокъ фосфорносеребряной соли, Ag^3PO^4; съ аммiакомъ, хлористымъ аммоніемъ и сѣрномагніевою солью солифосфор. кислоты производятъ кристаллическій осадокъ фосфорной соли аммонія и магнія, $NH^4MgPO^4 + 6H^2O$. Малѣйшее количество фосфорной кислоты можетъ быть легко отыскано при нагрѣваніи испытуемаго раствора съ азотною кислотою и молибденовоамміачною солью, причемъ образуется желтый осадокъ фосфорномолибденовой кислоты.

Пирофосфорная кислота или водородная соль пирофосфорной кислоты, $H^4P^2O^7$.

Если продолжительно нагрѣвать трехосновную фосфорную кислоту при температурѣ 210°, то она превращается, теряя воду, въ кристаллическую массу пирофосфорной кислоты:

$$2H^3PO^4 = H^4P^2O^7 + H^2O.$$

Пирофосфорнонатріевая соль получается тѣмъ же самымъ способомъ, черезъ накаливаніе обыкновенной фосфорнонатріевой соли:

$$2Na^2HPO^4 = Na^4P^2O^7 + H^2O.$$

Растворенная въ водѣ, пирофосфорная кислота превращается въ короткое время снова въ трехосновную фосфорную кислоту; напротивъ, соли ея постоянны и легко могутъ быть кристаллизованы. Пирофосфорныя соли даютъ съ азотносеребряною солью бѣлый осадокъ пирофосфорнаго серебра, $Ag^4P^2O^7$. Пирофосфорная кислота четырехосновна, въ ней четыре атома водорода вполнѣ или отчасти могутъ замѣщаться различными металлами, такъ, напр., кислая пирофосфорнонатріевая соль есть $Na^2H^2P^2O^7$.

Метафосфорная кислота или водородная соль метафосфорной кислоты, HPO^3.

При выпариваніи раствора фосфорной кислоты и при накаливаніи сухаго остатка получается стекловидная масса, которая есть метафосфорная кислота; она легко растворяется въ водѣ, но въ этомъ растворѣ вскорѣ снова превращается въ трехосновную фосфорную кислоту. Метафосфорныя соли, напротивъ, постоянны въ водномъ растворѣ. Метафосфорнонатріевая образуется при прокаливаніи фосфорной соли:

$$HNH^4NaPO^4 = NaPO^3 + H^2O + NH^3.$$

Растворы метафосфорныхъ солей даютъ, съ известковыми и серебряными солями, бѣлые студенистые осадки, чѣмъ онѣ и отличаются отъ двухъ предъидущихъ родовъ фосфорныхъ солей, которыя даютъ осадки порошкообразные. Растворъ яичнаго бѣлка не из-

мѣняется отъ трехосновной фосфорной кислоты; отъ метафосфорной кислоты онъ свертывается. Фосфорная кислота является такимъ-образомъ въ трехъ различныхъ видоизмѣненіяхъ или скорѣе существуютъ три фосфорныя кислоты, которыя рѣзко отличаются другъ отъ друга своимъ строеніемъ и свойствами; каждая изъ нихъ образуетъ особенный классъ солей, между которыми особенно характерны соли серебра: разбалтывая ихъ въ водѣ и пропуская сѣроводородъ, получимъ въ осадкѣ сѣрнистое серебро и чистый водный растворъ кислоты.

$$2Ag^3PO^4 + 3H^2S = 2H^3PO^4 + 3Ag^2S$$
$$Ag^4P^2O^7 + 2H^2S = H^4P^2O^7 + 2Ag^2S$$
$$2AgPO^3 + H^2S = 2HPO^3 + Ag^2S.$$

Фосфорноватистая кислота или водородная соль фосфорноватистой кислоты, H^3PO^2.

При кипяченіи концентрированнаго раствора воднаго барита или известковаго молока съ фосфоромъ, получается растворъ фосфорноватистой соли барія или кальція и выдѣляется фосфористый водородъ; отъ прибавленія къ соли барія сѣрной кислоты, выдѣляется нерастворимая сѣрнобаріевая соль, и растворъ заключаетъ въ себѣ свободную фосфорноватистую кислоту, H^3PO^2, которая при выпариваніи въ водяной банѣ сгущается въ безцвѣтную, весьма кислую сиропообразную жидкость. При нагрѣваніи она разлагается на фосфорную кислоту и фосфористый водородъ, изъ ея трехъ атомовъ водорода только одинъ можетъ замѣщаться металломъ; она слѣдовательно одноосновная кислота.

Соединенія фосфора съ водородомъ.

Водородъ образуетъ съ фосфоромъ три соединенія: PH^3 газъ, P^2H^4 жидкость и P^4H^2 твердое тѣло.

Фосфористый водородъ, PH^3.

Частичный вѣсъ 34. Плотность 17.

Этотъ газъ получается въ чистомъ видѣ нагрѣваніемъ фосфористой и фосфорноватистой кислотъ:

$$4H^3PO^3 = 3H^3PO^4 + PH^3.$$

Безцвѣтный газъ, имѣющій непріятный запахъ, сходный съ запахомъ гнилой рыбы. Обыкновенно его добываютъ кипятя фосфоръ съ ѣдкимъ кали, причемъ образуется фосфорноватистокаліевая соль:

$$3KHO + P^4 + 3H^2O = 3KH^2PO^2 + PH^3.$$

Каждый пузырекъ полученнаго такимъ-образомъ газа, воспламеняется на воздухѣ самъ собою и сгараетъ въ фосфорную кислоту, которая поднимается въ видѣ правильныхъ туманныхъ колецъ. Чистый газъ, добытый изъ фосфористой кислоты, не обладаетъ этою самовозгараемостью: она зависитъ отъ небольшаго количества жидкаго соединенія P^2H^4, которое можно сгустить въ безцвѣтную самовозгарающуюся жидкость, пропуская газъ черезъ трубку, окруженную охладительною смѣсью.

Соединеніе фосфора съ хлоромъ.

Треххлористый фосфоръ, PCl^3. Для полученія этого соединенія, хлоръ пропускаютъ надъ фосфоромъ, находящимся въ ретортѣ, причемъ онъ воспламеняется и сгараетъ въ треххлористый фосфоръ, безцвѣтную жидкость, которая имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,45 и кипитъ при 73,0°; она тонетъ въ водѣ и при этомъ разлагается мало-по-малу на хлористый водородъ и фосфористую кислоту.

Пятихлористый фосфоръ, PCl^5, образуется при сгараніи фосфора въ избыткѣ хлора, или при пропусканіи хлора черезъ треххлористый фосфоръ; это соединеніе представляетъ желтовато-бѣлое кристаллическое тѣло, которое съ избыткомъ воды даетъ хлористый водородъ и фосфорную кислоту; съ небольшимъ же количествомъ воды хлороокись фосфора, $POCl^3$, безцвѣтную жидкость, кипящую при 110°:

$$PCl^5 + H^2O = 2HCl + POCl^3.$$

Извѣстны также подобныя соединенія фосфора и брома; съ сѣрой фосфоръ даетъ много различныхъ соединеній; два изъ нихъ, трехсѣрнистый фосфоръ—P^2S^3 и пятисѣрнистый фосфоръ—P^2S^5 имѣютъ составъ, соотвѣтствующій окисламъ фосфора; они разлагаются водою, образуя при этомъ сѣрнистый водородъ:

$$P^2S^5 + 8H^2O = 2H^3PO^4 + 5H^2S.$$

Мышьякъ.

Атомный вѣсъ 75 = As. — *Плотность пара* 150.

Этотъ элементъ представляетъ въ своихъ химическихъ отноше-

ніяхъ большое сходство съ фосфоромъ; по своимъ физическимъ свойствамъ, какъ удѣльный вѣсъ, блескъ и т. д., онъ приближается къ металламъ, и его можно разсматривать какъ переходный членъ двухъ группъ, на которыя распадаются всѣ простыя тѣла; съ одной стороны онъ приближается къ фосфору и азоту, съ другой къ сурьмѣ и висмуту. Мышьякъ встрѣчается въ природѣ въ чистомъ состояніи, но чаще въ соединеніи съ желѣзомъ, никкелемъ, кобальтомъ и сѣрой въ различныхъ минералахъ; въ небольшихъ количествахъ находится также въ нѣкоторыхъ минеральныхъ водахъ.

Мышьякъ получается изъ своихъ рудъ, обжиганіемъ ихъ при доступѣ воздуха; при этомъ, металлы подобные мышьяку окисляются; образующаяся трехокись мышьяка улетучивается и осаждается въ трубахъ, выложенныхъ кирпичомъ; чтобы выдѣлить металлическій мышьякъ изъ этого соединенія, смѣшиваютъ его съ древеснымъ углемъ и угленатріевою солью, и нагрѣваютъ въ закрытомъ тиглѣ, верхнюю часть котораго охлаждаютъ. Мышьякъ возгоняется въ свѣтлосѣрыхъ ромбоэдрахъ съ металлическимъ блескомъ, которые на воздухѣ окисляясь тускнѣютъ и имѣютъ удѣльный вѣсъ отъ 5,7—5,9. При температурѣ темно-краснаго каленія, безъ доступа воздуха, онъ улетучивается, безъ предварительнаго плавленія, и образуетъ безцвѣтные пары, имѣющіе особенный чесночный запахъ; на воздухѣ онъ сгараетъ блѣдно-голубымъ пламенемъ въ трехокись мышьяка, As^2O^2; въ хлорномъ газѣ онъ воспламеняется самъ собою и образуетъ треххлористый мышьякъ.

ОКИСЛЫ МЫШЬЯКА.

Трехокись мышьяка или мышьяковистый ангидритъ, As^2O^3.

Частичный вѣсъ 198. — *Плотность пара* 198.

Это соединеніе, извѣстное подъ именемъ бѣлаго мышьяка или мышьяковистой кислоты, добывается обжиганіемъ мышьяковистаго колчедана, FeSAs, и образуетъ бѣлый кристаллическій порошокъ, который, возгоняясь, превращается въ прозрачную, стекловидную массу; онъ представляетъ въ этомъ случаѣ аморфное видоизмѣненіе, которое переходитъ мало-по-малу въ бѣлую фарфорообразную массу, такъ-какъ снова кристаллизуется. Трехокись мышьяка легко растворяется въ нагрѣтой соляной кислотѣ и выдѣляется при охлажденіи въ безцвѣтныхъ блестящихъ кристаллахъ правильной системы; а иногда она встрѣчается въ ромбическихъ призмахъ той же формы, какъ трехокись сурьмы, слѣдовательно она диморфна. Трехокись мышьяка имѣетъ удѣльный вѣсъ 3,6; при 220° она улетучивается, не плавясь, и образуетъ безцвѣтный паръ, плотность котораго = 198; она представляетъ такимъ-образомъ исключеніе изъ общаго правила, по которому частицы тѣлъ въ парообразномъ состояніи занимаютъ объемъ двухъ атомовъ водорода; слѣдовательно это соединеніе въ этомъ отношеніи подобно мышьяку, частица котораго въ состояніи пара заключаетъ въ себѣ 4 атома. Въ водѣ трехокись мышьяка трудно растворяется; растворъ имѣетъ металлическій вкусъ и слабую кислую реакцію; ее можно разсматривать какъ растворъ мышьяковистой кислоты или водородной ея соли, H^3AsO^3, соотвѣтствующей фосфористой кислотѣ.

Мышьяковистая кислота трехосновна; соли щелочныхъ металловъ растворимы въ водѣ и могутъ легко получаться при раствореніи трехокиси мышьяка въ ѣдкомъ кали и натрѣ; мышьяковистыя соединенія другихъ металловъ нерастворимы въ водѣ; при прибавленіи къ раствору мышьяковистокаліевой соли азотносеребряной, образуется желтый осадокъ мышьяковистосеребряной соли, Ag^3AsO^3; мышьяковистонатріевая соль употребляется въ ситцепечатаніи; шеелевская и швейнфуртская зелень, которая, какъ краска, имѣетъ большое примѣненіе, есть одна изъ мѣдныхъ солей мышьяковистой кислоты. Мышьяковистая трехокись, также какъ растворимыя въ водѣ соли ея, принадлежатъ къ сильнѣйшимъ ядамъ; какъ противоядія служатъ магнезія (окись магнія) и свѣже-приготовленная водная окись желѣза (гидратъ окиси желѣза), которыя образуютъ нерастворимыя мышьяковистыя соли и поэтому препятствуютъ яду распространяться по организму.

Пятиокись мышьяка, As^2O^5, **и мышьяковая кислота или трехводородная мышьяковая соль,** H^3AsO^4.

При нагрѣваніи мышьяковистой трехокиси съ азотною кислотою, трехокись азота улетучивается и остается растворъ мышьяковой кислоты, которая чрезъ выпариваніе можетъ получаться въ кристаллахъ; при нагрѣваніи ихъ до 270° они выдѣляютъ воду и остается бѣлый аморфный порошокъ пятиокиси мышьяка или ангидридъ мышья-

ковой кислоты, который при болѣе сильномъ нагрѣваніи разлагается на мышьяковистую трехокись и кислородъ.

Мышьяковая кислота представляетъ сильную трехосновную кислоту и образуетъ рядъ солей, весьма сходныхъ съ солями трехосновной фосфорной кислоты, имѣющихъ съ ними одинаковую кристаллическую форму, напр.:

Мышьяковотрехнатріевая соль . . . . Na^3AsO^4
Водородная мышьяководвунатріевая соль. . HNa^2AsO^4
Двуводородная мышьяковонатріевая соль . . $H^2Na\ AsO^4$.

Растворимыя соли даютъ съ аммiакомъ, хлористымъ аммоніемъ и съ сѣрномагніевою солью, подобно фосфорнымъ солямъ, кристаллическіе осадки амміачномагнезіальной соли мышьяковой кислоты, NH^4, $MgAsO^4 + 6H^2O$; съ азотносеребряною солью получается красно-бурый осадокъ мышьяковосеребряной соли, Ag^3AsO^4. Мышьяковая кислота ядовита, но въ меньшей степени, чѣмъ мышьяковистая кислота.

Соединенія мышьяковой кислоты, соотвѣтствующія пиро-и метафосфорнымъ солямъ не извѣстны; при осторожномъ нагрѣваніи HNa^2AsO^4 и H^2NaAsO^4 хотя получаются соли состава $Na^4As^2O^7$ и $NaAsO^3$, но соединяясь съ водой онѣ тотчасъ переходятъ снова въ первоначальныя соединенія.

МЫШЬЯКЪ И ВОДОРОДЪ.

Мышьяковистый водородъ, AsH^3.

Частичный вѣсъ 78. *Плотность* 39.

Получается при дѣйствіи разведенной сѣрной кислоты на сплавъ мышьяка и цинка въ видѣ безцвѣтнаго газа, который имѣетъ весьма непріятный чесночный запахъ, и представляетъ одинъ изъ сильнѣйшихъ ядовъ. Вдыханіе этого газа стоило жизни открывателю (Геленъ). При охлажденіи до—40°, онъ сгущается въ безцвѣтную прозрачную жидкость. На воздухѣ онъ сгараетъ блѣдноголубымъ пламенемъ въ мышьяковистую трехокись и воду; если держать холодную фарфоровую чашку въ этомъ пламени, то металлическій мышьякъ осѣдаетъ на ней въ видѣ металлическихъ блестящихъ пятенъ. При пропусканіи мышьяковистаго водорода черезъ стеклянную трубку, раскаленную въ одномъ мѣстѣ, онъ разлагается на водородъ

и мышьякъ, который покрываетъ внутренность трубки блестящею, зеркальною поверхностью.

Мышьякъ прямо соединяется съ элементами хлорной группы и образуетъ соединенія: треххлористый мышьякъ, трехбромистый и трехіодистый мышьякъ. Треххлористый мышьякъ есть безцвѣтная, кипящая при 132° жидкость, которая разлагается водою на хлористый водородъ и мышьяковистую кислоту.

Соединенія мышьяка и сѣры.

Мышьякъ образуетъ съ сѣрой три соединенія. Двусѣрнистый мышьякъ или *реальгаръ*, As^2S^2, встрѣчается какъ минералъ въ красивыхъ красныхъ кристаллахъ. Трехсѣрнистый мышьякъ, As^2S^3, также встрѣчается какъ минералъ, въ желтыхъ кристаллахъ и называется *оперментъ*; онъ получается въ видѣ желтаго порошка при пропусканіи сѣрнистаго водорода черезъ подкисленный растворъ мышьяковистой трехокиси. Трехсѣрнистый мышьякъ соединяется съ сѣрнистыми соединеніями щелочныхъ металловъ; эти соединенія, называемыя *сѣрномышьяковистыми солями*, можно разсматривать какъ соли мышьяковистой кислоты, въ которыхъ кислородъ замѣщенъ сѣрой:

$$As^2S^3 + 3K^2S = 2K^3AsS^3.$$

Сѣрномышьяковая соль получается при пропусканіи сѣрнистаго водорода въ растворъ мышьяковонатріевой или каліевой солей:

$$Na^3AsO^4 + 4H^2S = Na^3AsS^4 + 4H^2O.$$

При смѣшеніи раствора этихъ солей съ соляной кислотой, пятисѣрнистый мышьякъ осаждается въ видѣ желтаго порошка:

$$2Na^3AsS^4 + HCl = As^2S^5 + 6NaCl + 3H^2S.$$

Реакціи на мышьякъ.

Мышьякъ при своей большой ядовитости, обладаетъ по счастію столь особенными и рѣзкими свойствами, что присутствіе его даже въ слабыхъ слѣдахъ съ легкостью можетъ быть открыто. Изъ растворовъ своихъ онъ осаждается сѣрнистымъ водородомъ въ видѣ желтаго сѣрнистаго мышьяка; если его высушить и нагрѣвать потомъ въ стеклянной трубкѣ, запаянной съ одного конца, со смѣсью синеродистаго калія и соды, то образуется металлическій мышьякъ, который сгущается на холодныхъ частяхъ трубки въ видѣ кольца, которое улетучивается при нагрѣваніи и, въ присутствіи воздуха, окисляется въ мышьяковистую трехокись, которая сгущается въ маленькіе октаэд-

рическіе кристаллы. Они растворяются, при кипяченіи, въ большомъ количествѣ воды, и этотъ растворъ даетъ съ среднимъ растворомъ мѣднаго купороса свѣтло-зеленый осадокъ мышьяковистомѣдной соли; съ азотносеребряною солью свѣтло-желтый, состоящій изъ мышьяковистаго серебра. Если помѣстить въ двугорлую стклянку смѣсь подкисленной жидкости, содержащей мышьякъ съ цинкомъ и разведенной сѣрной кислотой, то при этомъ образуется мышьяковистый водородъ; если зажечь его и держать въ пламени холодную фарфоровую чашку, то мышьякъ отлагается на ней въ видѣ темныхъ, металлически-блестящихъ пятенъ. Эти мышьяковыя зеркала легко растворимы въ хлорноватистонатріевой соли. Азотная кислота превращаетъ ихъ въ мышьяковую кислоту; если растворъ уравнять амміакомъ и прибавить азотносеребряной соли, то образуется красно-бурый осадокъ мышьяковосеребряной соли. Если обработать соляной кислотой жидкость, содержащую въ себѣ мышьякъ и кипятить ее съ чистой мѣдной пластинкой, то пластинка эта покрывается сѣрымъ налётомъ мышьяка. Послѣдній улетучивается при нагрѣваніи, превращаясь при этомъ въ присутствіи воздуха въ мышьяковистую трехокись, которую можно изслѣдовать далѣе, какъ выше показано. При нагрѣваніи соединеній мышьяка на древесномъ углѣ во внутреннемъ пламени паяльной трубки, они производятъ особенный чесночный запахъ. Посредствомъ этой и другихъ подобныхъ реакцій можно съ величайшею точностью распознавать присутствіе даже невѣсомыхъ количествъ мышьяка; но при этомъ нужно, чтобы всѣ употребляемые реагенты не содержали и слѣдовъ мышьяка; поэтому они прежде должны быть испробованы на мышьякъ самымъ тщательнымъ образомъ.

Атомъ и частица.

Изъ предъидущаго мы видѣли, что всѣ химическіе процессы происходятъ по опредѣленнымъ, простымъ законамъ. Одинъ изъ законовъ учитъ насъ, что элементы соединяются между собою въ опредѣленныхъ вѣсовыхъ количествахъ, или въ кратныхъ отношеніяхъ этихъ количествъ. Для объясненія этого факта мы принимаемъ, что матерія состоитъ изъ очень маленькихъ частичекъ, химически-недѣлимыхъ и называемыхъ *атомами*; существуетъ столько различныхъ родовъ атомовъ, сколько различныхъ элементовъ. Элементы или простыя веще-

ства состоятъ изъ одинаковыхъ атомовъ; при соединеніи двухъ или нѣсколькихъ различныхъ атомовъ, происходятъ химическія соединенія. Малѣйшая частичка соединенія состоитъ поэтому изъ группы атомовъ; эта группа дѣлима только химически, но не механически, и называется *частицей* (Molecül).

Точно также малѣйшая частица элемента въ свободномъ состояніи есть не отдѣльный атомъ, но также механически недѣлимая група атомовъ, *частица*. Изъ этого легко понять, почему элементы въ моментъ освобожденія изъ какого нибудь соединенія (in status nascendi) гораздо легче входятъ въ другія соединенія и оказываются гораздо дѣятельнѣе химически, чѣмъ когда они находятся въ свободномъ состояніи. При химическихъ реакціяхъ всегда дѣйствуютъ другъ на друга частицы и химическій процессъ обусловливается тѣмъ, что въ этихъ группахъ отдѣльные атомы перемѣняютъ свои мѣста; слѣдовательно прежде чѣмъ атомъ войдетъ въ новое соединеніе, онъ долженъ сначала преодолѣть силу, которая держитъ его въ соединеніи съ остальными атомами частицы. Когда какой либо элементъ выдѣляется изъ соединенія, то освободившіеся атомы собираются въ частицы и элементъ является въ свободномъ состояніи, когда при этомъ не находится никакого другаго тѣла, на которое онъ могъ бы дѣйствовать химически; но когда есть такія тѣла, то нѣкоторые атомы приходятъ въ прикосновеніе съ нимъ и проявляютъ всю силу химическаго сродства, которая въ частицѣ уже отчасти связана. Въ газообразномъ состояніи частицы занимаютъ объёмъ двухъ вѣсовыхъ частей водорода.

Въ одинаковыхъ объемахъ различныхъ газовъ, какъ простыхъ, такъ и сложныхъ, содержится, слѣдовательно, всегда одинаковое количество частицъ, и изъ этого ясно, почему всѣ тѣла въ газообразномъ состояніи слѣдуютъ однимъ и тѣмъ же законамъ расширенія, отъ давленія и теплоты. Чтобы найти частичный вѣсъ тѣла, улетучивающагося безъ разложенія, нужно только опредѣлить, во сколько разъ газъ тяжелѣе водорода и помножить это число на два.

	Плотность газа и пара.	Частичный вѣсъ.	Атомный вѣсъ.
Водородъ.	1	2	1
Хлоръ.	35,5	71	35,5
Фосфоръ.	62	124	31
Мышьякъ.	150	300	75
Ртуть	100	200	200

При раздѣленіи частичнаго вѣса на атомный, получается число атомовъ, заключающихся въ частицѣ. Частицы хлора, водорода и многихъ извѣстныхъ въ газообразномъ состояніи элементовъ, состоятъ изъ двухъ атомовъ; но фосфоръ и мышьякъ содержатъ въ частицѣ 4 атома, тогда какъ металлы имѣютъ ртуть и нѣкоторые другіе летучіе

$$\left(\frac{124}{31} = 4 \text{ и } \frac{300}{75} = 4\right)$$

напротивъ того, одинаковые атомный и молекулярный вѣсъ, или частица ихъ состоитъ изъ одного атома.

Итакъ мы понимаемъ подъ именемъ *атома* малѣйшее количество простаго вещества, которое можетъ входить въ химическое соединеніе, а подъ именемъ *частицы* малѣйшее количество тѣла, элемента или соединенія, которое является въ свободномъ состояніи и принимаетъ участіе въ химическихъ реакціяхъ. Химическіе процессы должны поэтому выражаться уравненіями съ частичными формулами для того, чтобы представить полную картину происходящихъ измѣненій; однако часто ради простоты мы употребляемъ короткія атомныя уравненія. Такъ напр. слѣдующее уравненіе

$$KClO^3 = KCl + 3O$$

означаетъ, что хлорноватокаліевая соль при нагрѣваніи распадается на хлористый калій и кислородъ; но мы знаемъ, что въ этомъ случаѣ должно различать двѣ реакціи:

$$1)\ 2KClO^3 = KCl + KClO^4 + O^2.$$

$$2)\ KClO^4 = KCl + 2O^2.$$

Такимъ-образомъ 2 частицы хлорноватокаліевой соли даютъ при нагрѣваніи сначала 1 частицу хлористаго калія, 1 частицу кислорода и 1 частицу хлорнокаліевой соли, которая при дальнѣйшемъ нагрѣваніи распадается въ свою очередь на 1 частицу хлористаго калія и 2 частицы кислорода.

Хлоръ прямо соединяется съ водородомъ въ хлористый водородъ; этотъ процессъ можно изобразить слѣдующими двумя уравненіями:

$$1)\ H + Cl = HCl.$$

$$2)\ \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}$$

Первое уравненіе показываетъ намъ, что 1 объемъ водорода съ 1 об. хлора соединяются въ 2 об. хлористаго водорода; но изъ втораго мы видимъ, кромѣ того, что при этомъ происходитъ двойное разложеніе; потому что хлоръ съ водородомъ мѣняются мѣстами и, такимъ-образомъ, изъ 1 частицы водорода и 1 частицы хлора происходятъ 2 частицы хлористаго водорода, и что, слѣдовательно, происходящій при этомъ процессъ вполнѣ сходенъ съ реакціями представленными въ слѣдующихъ уравненіяхъ:

$$CH_4 + \left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\} = CH_3Cl + \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}$$

$$2\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\}$$

$$\left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\}.$$

Теперь мы можемъ также уяснить, почему при дѣйствіи окиси серебра на перекись водорода кислородъ становится свободнымъ:

$$\left.\begin{matrix}Ag\\Ag\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O_2 = \left.\begin{matrix}Ag\\Ag\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\}.$$

Серебро имѣетъ слабое сродство къ кислороду, при нагрѣваніи окись серебра распадается на серебро и кислородъ; это же самое происходитъ, когда она приводится въ соприкосновеніе съ перекисью водорода; послѣдняя также отдаетъ очень легко 1 атомъ кислорода, который соединяется съ атомомъ кислорода отъ окиси серебра, чтобы образовать 1 частицу кислорода. Совершенно подобный процессъ происходитъ при дѣйствіи перекиси водорода на озонъ; частица озона содержитъ 3 атома кислорода, изъ которыхъ одинъ очень легко выдѣляется и соединяется съ атомомъ кислорода перекиси водорода. Изъ озона и перекиси водорода получается вода и обыкновенный кислородъ:

$$\left.\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O_2 = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + 2\left.\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\}.$$

Эквивалентность элементовъ.

Неметаллы подраздѣляются по своимъ химическимъ свойствамъ на различныя группы. Мы видѣли, что хлоръ, бромъ и іодъ показываютъ большое сходство въ своихъ соедненеіяхъ, то же самое представляютъ сѣра, селенъ и теллуръ, которые близко стоятъ къ кислороду, тогда какъ соединенія фосфора и мышьяка примыкаютъ къ азоту. Сходство между членами этихъ группъ выступаетъ особенно ясно,

когда сравнимъ между собою ихъ соединенія съ водородомъ, какъ показываетъ слѣдующее сопоставленіе:

Водородъ.	Хлористый водородъ.	Бромистый водородъ.	Іодистый водородъ.	Фтористый водородъ.
$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}$	$\left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}$	$\left.\begin{matrix}H\\Br\end{matrix}\right\}$	$\left.\begin{matrix}H\\J\end{matrix}\right\}$	$\left.\begin{matrix}H\\Fl\end{matrix}\right\}$

Вода.	Сѣрнистый водородъ.	Селенистый водородъ.	Теллуристый водородъ.
$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}S$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}Se$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}Te$

Аммiакъ.	Фосфорист. водородъ.	Мышьяковист. водородъ.
$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N$	$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}P$	$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}As.$

Болотный газъ.	Кремневый водородъ.
$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\\H\end{matrix}\right\}C$	$\left.\begin{matrix}H\\H\\H\\H\end{matrix}\right\}Si$

Частица соединеній, относящихся къ первой группѣ, содержитъ 1 атомъ водорода, соединенный съ 1 атомомъ элемента; во второй группѣ каждый элементъ соединенъ съ 2-мя атомами водорода въ одну частицу; элементы третьей группы требуютъ 3-хъ атомовъ водорода, а элементы четвертой группы 4 атомовъ, для образованія 1 частицы. Эти же самыя отношенія остаются и тогда, когда вышеприведенныя простыя тѣла соединяются съ хлоромъ или другими элементами первой группы:

Одноокись хлора.	Хлорноватистая кислота.	Бромноватистая кислота.
$\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\}O$	$\left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}O$	$\left.\begin{matrix}H\\Br\end{matrix}\right\}O$

Треххлористый фосфоръ.	Треххлористый мышьякъ.	Трехіодистый мышьякъ.
$\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right\}P$	$\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right\}As$	$\left.\begin{matrix}J\\J\\J\end{matrix}\right\}As$

Хлористый углеродъ.	Хлористый мэтилъ.	Хлористый кремній.
$\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right\}C$	$\left.\begin{matrix}Cl\\H\\H\\H\end{matrix}\right\}C$	$\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right\}Si$

Боръ не соединяется съ водородомъ, если бы подобное соединеніе существовало, то оно состояло бы изъ 1 атома бора и 3-хъ атомовъ водорода, соотвѣтственно хлористому бору, $Bo\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl.\end{matrix}\right.$

Такимъ-образомъ мы можемъ подраздѣлить элементы на группы; элементы, относящіеся къ первой группѣ, соединяются съ водородомъ атомъ на атомъ; онѣ *одноатомны* или *одноэквивалентны*; каждый атомъ ихъ обладаетъ только одной единицей сродства; тѣла второй группы *двуатомны* или *двуэквивалентны*; каждый атомъ имѣетъ двѣ единицы сродства и требуетъ 2-хъ атомовъ одноатомнаго элемента для своего насыщенія. Элементы азотной группы и боръ *трехатомны* или *трехэквивалентны*, а углеродъ и кремній *четырехатомны* или *четырехэквивалентны*. Эти различія въ свойствахъ атомовъ обозначаютъ именемъ *эквивалентности* или *атомности*.

Элементы, принадлежащіе къ одной группѣ, равноатомны между собою или эквивалентны, 6 и могутъ взаимно замѣщаться; 1 атомъ двуатомнаго элемента эквивалентъ 2-мъ атомамъ одноатомнаго элемента и 2 атома трехатомныхъ элементовъ эквивалентны 3-мъ атомамъ двуатомныхъ элементовъ и т. д., какъ ясно показываютъ слѣдующія реакціи:

$$\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\}O + 2\left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + 2\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\}$$

$$3S\left\{\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right. + 2As\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right. = 6\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix} + As_2\left\{\begin{matrix}S\\S\\S\end{matrix}\right.$$

$$C\left\{\begin{matrix}H\\H\\H\\H\end{matrix}\right. + 2\left.\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\} = C\left\{\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right. + 2O\left\{\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right.$$

Такими же свойствами обладаютъ и металлы, они также раздѣляются на одно-и многоатомные элементы, какъ показываютъ слѣдующія хлористыя соединенія:

Хлористый калій $\left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\}$ Хлористый кальцій $\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\}Ca$

Хлористая сурьма $\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right\}Sb$ Хлористое олово $\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right\}Sn$

Одноатомные элементы образуютъ между собою только немногія и очень простыя соединенія, но если въ соединенія входятъ многоатом-

ные элементы, то рядъ соединеній, которыя образуютъ между собою два или три элемента, можетъ быть многочисленъ. Хлоръ и водородъ образуютъ одно только соединеніе; кислородъ и водородъ, напротивъ, два; въ хлористомъ водородѣ единица сродства хлора насыщается единицей сродства водорода; но если 1 атомъ водорода соединяется съ 1 атомомъ кислорода, то въ послѣднемъ одна единица сродства остается свободною; она снова можетъ соединяться съ водородомъ и получается насыщенное соединеніе, вода; но если же къ ней присоединяется опять 1 атомъ кислорода, то единица сродства снова дѣлается свободною; она должна быть насыщена водородомъ, чтобы произошла насыщенная частица перекиси водорода:

H — O — H вода, H — O — O — H перекись водорода.

Такимъ же способомъ образуются кислоты хлора:

$$\begin{array}{l} Cl - H \\ Cl - O - H \\ Cl - O - O - H \\ Cl - O - O - O - H \\ Cl - O - O - O - O - H \end{array}$$

и кислоты фосфора:

$$\begin{array}{l} H - \\ H - \end{array} P - O - O - H$$

$$\begin{array}{l} HO - \\ H\ \ - \end{array} P - O - O - H$$

$$\begin{array}{l} HO - \\ HO - \end{array} P - O - O - H.$$

Элементы, принадлежащіе къ группѣ азота, имѣютъ особенность, являться во многихъ соединеніяхъ пятиатомными; они образуютъ не только вышеприведенныя соединенія съ тремя одноатомными элементами, но и такія, которыя содержатъ пять одноатомныхъ элементовъ.

Амміакъ и хлористый водородъ соединяются прямо въ хлористый аммоній:

$$NH^3 + HCl = NH^4Cl.$$

Треххлористый фосфоръ соединяется съ частицею хлора и образуетъ пятихлористый фосфоръ:

$$PCl^3 + ClCl = PCl^5.$$

Но эти соединенія прочны только въ твердомъ или жидкомъ состояніи, а при нагрѣваніи они разлагаются на двѣ частицы, изъ которыхъ они произошли; для нѣкоторыхъ это распаденіе очень легко

можно показать; напр. хлористое серебро, AgCl, соединяется на холоду съ амміакомъ въ соединеніе NH^3AgCl; но при нагрѣваніи оно разлагается на газообразный амміакъ и твердое хлористое серебро. Другія изъ вышеприведенныхъ тѣлъ хотя и могутъ улетучиваться безъ разложенія, но и здѣсь можно доказать, что газъ этотъ содержитъ частицы двухъ газовъ. Такъ напримѣръ, легко доказать, что паръ пятихлористаго фосфора состоитъ изъ треххлористаго фосфора и хлора. Плотность пара этихъ тѣлъ не слѣдуетъ, по этому общему закону. Такимъ-образомъ паръ хлористаго аммонія, если бы онъ былъ газъ, состоящій изъ однородныхъ частицъ, имѣлъ бы плотность 26,73; но она равняется только половинѣ этого числа; 4 объёма этого газа содержатъ 1 частицу амміака и 1 частицу хлористаго водорода, слѣдовательно вѣсъ объема

$$\frac{36,46 + 17}{4} = 13,76$$

Раньше уже было упомянуто, что во многихъ соединеніяхъ можно принимать сложные радикалы, т. е. группы атомовъ, которые содержатся при многихъ реакціяхъ какъ элементы. Эти радикалы состоятъ изъ 2-хъ или многихъ атомовъ многоатомныхъ элементовъ, единицы сродства которыхъ не насыщаются вполнѣ взаимно. Такимъ-образомъ мы принимаемъ для азотной кислоты и ея солей группу NO^2; она одноатомна, три единицы сродства азота соединены съ кислородомъ; 2 атома кислорода имѣютъ 4 такихъ единицы, слѣдовательно одна еще свободна, и группа можетъ играть роль одноатомнаго элемента; поэтому мы можемъ разсматривать азотную кислоту какъ воду, въ которой 1 атомъ водорода замѣщенъ радикаломъ, NO^2.

$$\left.\begin{array}{l} H \\ H \end{array}\right\} O \qquad \left.\begin{array}{l} NO^2 \\ H \end{array}\right\} O.$$

Подобнымъ образомъ можно разсматривать всѣ кислородныя кислоты, равно какъ и водные окислы, въ нихъ входитъ группа OH, т. е. вода минусъ 1 атомъ водорода; поэтому OH можно разсматривать какъ радикалъ и онъ извѣстенъ подъ именемъ *водяного остатка*. Хлористый водородъ и натрій даютъ водородъ и хлористый натрій:

$$2HCl + Na^2 = H^2 + 2NaCl,$$

аналогично этому вода и натрій даютъ водородъ и ѣдкій натръ:

$$2HOH + Na^2 = H^2 + 2NaOH.$$

Въ сѣрной кислотѣ и соляхъ ея заключается группа SO^2, которая представляетъ двуатомный радикалъ; двѣ единицы сродства сѣры насыщены тамъ одною единицею сродства каждаго атома кислорода,

такъ-что двѣ единицы сродства остаются еще свободны и, соединяясь съ элементами или радикалами, образуютъ слѣдующія соединенія:

$$\overset{II}{SO^2}\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. \quad \overset{II}{SO^2}\left\{\begin{matrix}OH\\Cl\end{matrix}\right. \quad \overset{II}{SO^2}\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right. \quad \overset{II}{SO^2}\left\{\begin{matrix}OH\\NO^2\end{matrix}\right.$$

$$\overset{II}{SO^2}\left\{\begin{matrix}OK\\OH\end{matrix}\right. \quad \overset{II}{SO^2}\left\{\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix}\right. \quad \overset{II}{SO^2}\}\overset{II}{O} \quad \overset{II}{SO^2}\left\{\begin{matrix}Cl\\H\end{matrix}\right.$$

Въ кислотахъ фосфора и въ происходящихъ отъ нихъ соединеніяхъ находится трехатомная группа PO; въ ней фосфоръ и кислородъ обмѣниваются каждый одною единицею сродства:

$$\overset{III}{PO}\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right. \quad \overset{III}{PO}\left\{\begin{matrix}OH\\H\\H\end{matrix}\right. \quad \overset{III}{PO}\left\{\begin{matrix}OH\\OH\\H\end{matrix}\right. \quad \overset{III}{PO}\left\{\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix}\right.$$

Эквивалентность многоатомныхъ элементовъ или сложныхъ радикаловъ обозначается, какъ мы уже это сдѣлали выше, поставленными сверху римскими цифрами, одноатомные радикалы оставляются безъ обозначенія:

$$H.\ \overset{II}{O}.\ \overset{III}{N}.\ \overset{IV}{C}.$$

МЕТАЛЛЫ.

Классъ металловъ гораздо многочисленнѣе, чѣмъ классъ неметалловъ; изъ первыхъ намъ извѣстны въ настоящее время 49 элементовъ; изъ послѣднихъ только 14. Однакожъ многіе изъ металлическихъ элементовъ представляютъ очень рѣдкія тѣла, свойство которыхъ и соединенія еще мало изслѣдованы; такъ-что мы разсмотримъ только важнѣйшія и чаще встрѣчающіеся металлы. Всѣ металлы, за исключеніемъ ртути, при обыкновенной температурѣ суть твердыя тѣла, имѣющія особенный блескъ, который называется *металлическимъ блескомъ*; они лучше проводятъ теплоту и электричество, чѣмъ неметаллы, и вообще въ своихъ свойствахъ выказываютъ гораздо больше сходства между собою, чѣмъ съ послѣдними. Однако, несмотря на то, различіе между обоими классами, какъ уже замѣчено выше, основывается только на колеблющихся физическихъ свойствахъ.

Физическія свойства металловъ.

Металлы непрозрачны; только въ весьма тонкихъ слояхъ нѣкоторые изъ нихъ пропускаютъ немного свѣтъ; золото можно выковать

въ столь тонкія пластинки, что онѣ при проходящемъ свѣтѣ кажутся зелеными.

Свойственный металламъ блескъ является тогда только, когда они образуютъ сплошную массу и особенно тогда, когда они представляютъ полированную поверхность; въ мелко-раздѣленномъ состояніи они большею частью являются въ видѣ чернаго порошка. Цвѣтъ большей части металловъ почти одинаковъ и видоизмѣняется отъ чистаго бѣлаго цвѣта серебра до синевато-сѣраго цвѣта свинца; мѣдь красна, золото, стронцій и кальцій имѣютъ желтый цвѣтъ.

Удѣльный вѣсъ. Изъ слѣдующей таблицы, которая содержитъ удѣльные вѣса главнѣйшихъ металловъ, видно, какъ сильно видоизмѣняются они у различныхъ металловъ:

иридій . . .	21,8	желѣзо. . .	7,8
платина. . .	21,5	олово . . .	7,3
золото . . .	19,3	цинкъ . . .	7,1
ртуть. . .	13,596	сурьма. . .	6,7
таллій . . .	11,9	мышьякъ . . .	5,9
палладій. . .	11,8	хромъ . . .	5,9
свинецъ . . .	11,3	аллюминій .	2,56
серебро . . .	10,5	стронцій .	2,54
висмутъ . . .	9,8	магній. . .	1,75
мѣдь . . .	8,9	кальцій . .	1,58
никкель . . .	8,8	рубидій . .	1,52
кадмій . . .	8,6	натрій. . .	0,972
кобальтъ. . .	8,5	калій. . .	0,865
марганецъ. . .	8,0	литій . . .	0,593

Металлы, удѣльный вѣсъ которыхъ ниже 5, называются *легкими металлами*, остальные *тяжелыми;* легкіе металлы окисляются вообще гораздо легче, чѣмъ тяжелые.

Плавкость. Почти всѣ металлы переходятъ при нагрѣваніи въ жидкое состояніе; нѣкоторые достигаютъ этого состоянія только при весьма высокой температурѣ, которая можетъ быть произведена искусственно; платина, напр., плавится только въ гремучемъ газѣ; другіе легко плавятся. Слѣдующая таблица указываетъ точки плавленія различныхъ металловъ:

ртуть. . .	−40°	висмутъ. . .	270°
олово. . .	+235°	кадмій . . .	315°

серебро. .	+1000°	бѣлый чугунъ.	1050°
мѣдь. . .	1090°	сѣрый чугунъ.	1200°
свинецъ. .	334°	сталь . . .	1300—1400°
олово. . .	423°	кузнечное же-	
сурьма . .	425°	лѣзо. .	1500—1600°.

Нѣкоторые металлы при нагрѣванiи легко могутъ превращаться въ паръ; ртуть кипитъ при 350°, калiй, натрiй, магнiй и цинкъ перегоняются при красно-калильномъ жарѣ; но даже трудноплавкiе металлы, какъ мѣдь и золото, не вполнѣ огнепостоянны и испаряются въ небольшихъ количествахъ при очень сильномъ нагрѣванiи въ плавильной печи.

Большая часть металловъ ковка и тягуча; они выковываются въ тонкiе листы и вытягиваются въ тонкiя проволоки; это зависитъ оттого, что они при нѣкоторой мягкости обладаютъ большою тягучестью; такъ напр. золото, самый ковкiй металлъ, можно разбивать въ пластинки, которыя имѣютъ только $\frac{1}{200000}$ дюйма толщины; другiе металлы обладаютъ этимъ свойствомъ въ меньшей степени, а сурьма и висмутъ, которые въ своихъ свойствахъ близко подходятъ къ мышьяку, столь хрупки, что ихъ легко можно растереть въ тонкiй порошокъ. Обширное техническое примѣненiе металловъ основывается главнымъ образомъ на ихъ тягучести и твердости.

Мѣстонахожденiе и распространенiе металловъ.

Только немногiе металлы встрѣчаются въ природѣ въ свободномъ состоянiи или чистыми; они находятся обыкновенно въ соединенiи съ кислородомъ, сѣрой, хлоромъ и другими неметаллами, и распространены весьма неравномѣрно по земной корѣ. Нѣкоторые были находимы, до настоящаго времени, только въ одномъ или двухъ мѣстахъ, другiе, напротивъ, встрѣчаются весьма часто и въ огромныхъ массахъ. Какъ показываетъ таблица, на стр. 7 и 8, главную составную часть кристаллическихъ породъ, образующихъ твердую земную кору, составляютъ аллюминiй, желѣзо, кальцiй, магнiй и натрiй въ соединенiи съ сѣрой и кислородомъ. Однако для добыванiя этихъ металловъ употребляютъ другiя соединенiя, встрѣчающiяся хотя въ меньшихъ количествахъ, но изъ которыхъ металлы могутъ быть легче выдѣлены, чѣмъ изъ силикатовъ. Природныя соединенiя, изъ которыхъ добывается металлъ, называются *рудами*. Тяжелые металлы и ихъ руды находятся главнымъ образомъ въ древнихъ кристаллическихъ и осадочныхъ слояхъ, въ жилахъ и прохожденiяхъ. Эти послѣднiя представляютъ трещины или разсѣлины въ горной породѣ, выполненныя рудой. Даже въ новыхъ геологическихъ формацiяхъ нѣкоторыя руды являются въ большихъ количествахъ и по всей вѣроятности осаждаются изъ водныхъ растворовъ. Нахожденiе и распространенiе рудъ излагается подробно въ геологiи; задача рудокопа состоитъ въ отъисканiи ихъ мѣстонахожденiя и добыванiи оттуда. Выдѣленiе металловъ изъ рудъ основывается главнымъ образомъ на химическихъ процессахъ, которыхъ ближайшее описанiе составляетъ предметъ металлургiи; послѣдняя есть отрасль заводскаго дѣла или ученiя о механическихъ и химическихъ операцiяхъ, примѣнимыхъ при добыванiи металловъ въ большихъ количествахъ.

ХИМИЧЕСКIЯ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВЪ.

Металлы могутъ соединяться какъ между собою, такъ и съ неметаллами. Въ первыхъ соединенiяхъ, которыя называются сплавами, сохраняется металлическiй блескъ и другiя физическiя свойства металловъ; тогда какъ эти свойства исчезаютъ большею частью въ окислахъ, сѣрнистыхъ соединенiяхъ, хлористыхъ и др.

Сплавы. Большая часть металловъ смѣшиваются въ расплавленномъ состоянiи и даютъ соединенiя въ неопредѣленныхъ отношенiяхъ, которыя болѣе носятъ характеръ смѣси и обладаютъ средними свойствами металловъ, изъ которыхъ они составлены. Если составныя части сплава взяты въ отношенiяхъ атомныхъ вѣсовъ, то они часто способны кристаллизоваться, многiе сплавы имѣютъ техническiя примѣненiя, такъ-какъ онѣ обладаютъ часто особенно хорошими качествами, которыхъ недостаетъ многимъ отдѣльнымъ. Золото и серебро въ чистомъ состоянiи очень мягки и не могутъ поэтому служить для приготовленiя монеты, которая истерлась бы весьма скоро, но черезъ прибавленiе къ нимъ мѣди получается достаточно твердый сплавъ. Мѣдь очень мягка и тягуча, такъ что ее трудно обработывать на токарномъ станкѣ; но при сплавленiи съ половиной своего вѣса цинка, она даетъ твердую и легко обработываемую латунь. Пушечный металлъ есть твердый и тягучiй сплавъ 9-ти частей мѣди и 1 части олова; еще тверже колокольная мѣдь, которая состоитъ изъ 2-хъ частей олова и 8-ми частей мѣди; чѣмъ больше подобный сплавъ содержитъ олова, тѣмъ цвѣтъ его свѣтлѣе; зеркальный ме-

таллъ состоитъ изъ 1 части олова и 2-хъ частей мѣди; онъ имѣетъ почти бѣлый цвѣтъ и весьма хорошо полируется, потому онъ употребляется для приготовленія зеркалъ и телескоповъ.

Точка плавленія сплава находится обыкновенно ниже точки плавленія металловъ, изъ которыхъ онъ состоитъ, такъ напр., точка плавленія

свинца	. .	334°
олова	. .	235°
висмута	. .	270°
кадмія	. .	315°.

Сплавъ 2-хъ частей висмута, 1 части олова и 1 части свинца плавится уже при 95°, а сплавъ, содержащій 8 частей свинца, 15 частей висмута, 4 части олова и 3 части кадмія, становится мягкимъ уже при 60° и совершенно жидкимъ при 65°.

Соединеніе ртути съ другими металлами называется *амальгамой*; точка плаванія ея находится всегда выше точки плавленія ртути.

Металлическіе окислы. Кислородъ дѣйствуетъ очень разнообразно на металлы. Нѣкоторые изъ нихъ соединяются съ нимъ такъ легко, что должны быть сохраняемы безъ доступа воздуха; другіе, напротивъ, болѣе или менѣе хорошо противостоятъ вліянію воздуха, при обыкновенной температурѣ, но при высшей легко окисляются и если они летучи, то сгараютъ пламенемъ, какъ напр. магній и цинкъ. Другіе же, какъ золото и серебро, не подвергаются дѣйствію кислорода даже при самой высокой температурѣ; они могутъ быть приведены въ соединеніе съ нимъ только непрямымъ путемъ. Окислы раздѣляются три класса:

1. *Основные окислы.* Они могутъ разсматриваться какъ вода, въ которой водородъ замѣщенъ металломъ. Это замѣщеніе можетъ происходить только отчасти и такія соединенія называютъ *водными*. При дѣйствіи калія на воду, водородъ становится свободнымъ и образуется водная окись калія, $\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O$ (ѣдкое кали), въ которой снова водородъ можетъ замѣщаться каліемъ и получается окись калія, $\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\}O$; двуатомный металлъ замѣщаетъ два атома водорода въ водѣ; такъ напр., окись кальція CaO, окись цинка ZnO; водныя окиси ихъ происходятъ изъ 2-хъ частицъ воды, въ которой металлъ замѣщаетъ 2 атома водорода, напр. водная окись кальція $\left.\begin{matrix}\overset{II}{Ca}\\H^2\end{matrix}\right\}O^2$. Въ такъ на-

зываемыхъ полуторныхъ окислахъ 2 атома металла соединены съ 3-мя атомами кислорода; они соотвѣтствуютъ поэтому 3-мъ частицамъ воды, въ которой 6 атомовъ водорода замѣщены 2 атомами металла, какъ напр. глиноземъ или окись аллюминія $\overset{VI}{Al^2}O^3$, полуторная окись желѣза $\overset{VI}{Fe^2}O^3$, и ихъ водныя окиси соотвѣтствуютъ 6-ти частицамъ воды, въ которой половина водорода замѣщена шестиатомной группой, напр. водная окись аллюминія $\left.\begin{matrix}\overset{VI}{Al^2}\\H^6\end{matrix}\right\}O^6$.

Многіе основные окислы соединяются съ водой въ водную окись, напр.:

$$BaO + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}Ba\\H^2\end{matrix}\right\}O^2,$$

полученная водная окись барія не разлагается снова при самомъ сильномъ нагрѣваніи на воду и окись; другія водныя окиси, напротивъ того, разлагаются даже не при очень высокой температурѣ, напр. водная окись мѣди:

$$\left.\begin{matrix}Cu\\H^2\end{matrix}\right\}O^2 = CuO + H^2O.$$

Водныя окиси растворимыя въ водѣ имѣютъ, какъ уже выше упомянуто, щелочную реакцію; онѣ окрашиваютъ красную лакмусовую бумагу въ синій цвѣтъ; главнѣйшія свойства основныхъ окисловъ и водныхъ окисей состоятъ въ томъ, что они при обработываніи кислотами вступаютъ въ двойное разложеніе, причемъ водородъ кислоты замѣщается металломъ, напр.:

$$\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}NO^2\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}NO^2\\K\end{matrix}\right\}O$$

$$CaO + \left.\begin{matrix}SO^2\\H^2\end{matrix}\right\}O^2 = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}SO^2\\Ca\end{matrix}\right\}O^2.$$

$$Fe^2O^3 + 6HCl = Fe^2\,Cl^6 + 3H^2O.$$

2. *Перекиси.* Онѣ содержатъ болѣе кислорода, чѣмъ основные окислы, и могутъ быть разсматриваемы какъ перекись водорода, въ которой водородъ замѣщенъ металломъ; подобно ей окислы эти легко отдаютъ часть кислорода и поэтому дѣйствуютъ сильно окисляющимъ образомъ. Обработанныя соляной кислотой, онѣ образуютъ или перекись водорода, или освобождаютъ хлоръ, напр.:

$$MnO^2 + 4HCl = MnCl^2 + 2H^2O + Cl^2.$$

Кислородныя кислоты освобождаютъ изъ нихъ кислородъ:

$$MnO^2 + H^2SO^4 = MnSO^4 + H^2O + O.$$

3. *Кислотные окислы* и *металлическія кислоты.* Многіе металлы, подобно неметалламъ, соединяясь съ кислородомъ и водородомъ, образуютъ кислоты, изъ которыхъ нѣкоторыя представляютъ постоянныя соединенія; другія напротивъ извѣстны только въ своихъ соляхъ, и многія въ свободномъ состояніи стремятся разложиться на воду и окись (ангидридъ), подобно угольной, кремневой кислотѣ и т. д.

Соли. При замѣщеніи водорода кислоты металломъ, образуется *соль.* Замѣщеніе можетъ происходить различными способами.

1. Металлъ прямо замѣщаетъ водородъ кислоты.

$$Zn + H^2SO^4 = H^2 + ZnSO^4.$$

2. Кислоты реагируютъ съ основными окислами или водными окислами, причемъ чрезъ двойное разложеніе рядомъ съ солью образуется вода, что ясно видно изъ вышеприведенныхъ примѣровъ.

3. Ангидридъ кислоты соединяется непосредственно съ основными окислами, аналогично образованію кислоты изъ воды и ангидрида:

$$SiO^2 + CaO = CaSiO^3$$
$$SO^3 + H^2O = H^2SO^4.$$

Соли могутъ образоваться еще и другими различными способами; ближайшее ихъ разсмотрѣніе будетъ сообщено при описаніи соединеній.

Соли подраздѣляются на:

1. *Нормальныя соли* такія, въ которыхъ весь водородъ кислоты замѣщенъ металломъ, какъ:

$$KCl,\ KNO^3,\ K^2SO^4,\ \overset{II}{Ca}SO^4,\ Na^3PO^4.$$

2. Если замѣщена только часть водорода, то соединеніе называется *кислою солью.* Кислыя соли имѣютъ часто кислый вкусъ и красятъ синюю лакмусовую бумажку; однако это зависитъ отъ природы, кислоты и металла, и часто случается, что кислая соль слабой кислоты обладаетъ щелочной реакціей, если заключающійся въ ней металлъ образуетъ сильную щелочную водную окись.

Двуосновныя кислоты даютъ обыкновенно съ одноатомными металлами кислую и нормальную соль, съ двуатомными только одну нормальную:

$$\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}SO^4,\ \left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\}SO^4,\ \overset{II}{Ca}SO^4.$$

Многоосновныя кислоты образуютъ, смотря по атомности металла, различные ряды кислыхъ солей:

$$\left.\begin{matrix}Na\\H\\H\end{matrix}\right\}PO^4\qquad \left.\begin{matrix}Na\\Na\\H\end{matrix}\right\}PO^4\qquad \left.\begin{matrix}\overset{II}{Ca}\\H\end{matrix}\right\}PO^4\qquad \left.\begin{matrix}\overset{II}{Ca}\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}2PO^4.$$

3. Многія нормальныя соли могутъ соединяться съ основными или водными окислами и образуютъ тогда *основныя соли,* напр.

$$\left.\begin{matrix}2NO^2\\Pb\end{matrix}\right\}O^2 + PbH^2O^2 = \left.\begin{matrix}2NO^2\\H^2\\Pb^2\end{matrix}\right\}O^4.$$

4. Нѣкоторыя соединяются также съ кислыми окислами. Всѣ эти соединенія встрѣчаются особенно часто при борной, кремневой и нѣкоторыхъ металлическихъ кислотахъ, и соотвѣтствуютъ вѣроятно многимъ частицамъ воды, въ которыхъ водородъ замѣщается кислотными радикалами и металлами.

Сѣрнистыя соединенія. Всѣ металлы могутъ соединяться съ сѣрой; многія сѣрнистыя соединенія встрѣчаются какъ минералы и часто образуютъ важнѣйшія руды; одни изъ нихъ соотвѣтствуютъ основнымъ и воднымъ окисламъ, и они могутъ разсматриваться какъ сѣрнистый водородъ, въ которомъ водородъ отчасти или совершенно замѣщенъ металломъ; другіе имѣютъ составъ, соотвѣтствующій кислотнымъ окисламъ и образуютъ съ основными сѣрнистыми соединеніями соли, которыя называются *сѣрными:*

Сѣрнистый натрій $\left.\begin{matrix}Na\\Na\end{matrix}\right\}S$ окись натрія $\left.\begin{matrix}Na\\Na\end{matrix}\right\}O.$

Пятисѣрнистая сурьма Sb^2S^5 пятиокись фосфора P^2O^5.

Сѣрносурьмянонатріевая соль, Na^3SbS^4, фосфорнонатріевая соль, Na^3PO^4.

Сѣрнистыя соединенія металловъ частью растворимы въ водѣ, частью нерастворимы; послѣднія снова распадаются на многія группы; нѣкоторыя разлагаются соляной кислотой, выдѣляя сѣрнистый водородъ; на другихъ эта кислота не дѣйствуетъ, а нѣкоторыя изъ нихъ растворимы въ щелочныхъ жидкостяхъ. Этимъ различіемъ пользуются въ аналитической химіи, какъ было уже упомянуто при описаніи сѣрнистаго водорода, для различенія различныхъ металловъ другъ отъ друга. Совершенно подобны сѣрнистымъ соединеніямъ селенистыя и теллуристыя.

Соединенія металловъ съ азотомъ, фосфоромъ, боромъ, кремніемъ, углеродомъ и водородомъ вообще не имѣютъ большой важности; нѣкоторыя изъ нихъ будутъ упомянуты при частномъ описаніи металловъ.

Подраздѣленіе металловъ.

Металлы распадаются на различныя группы, члены которыхъ по-

казываютъ большое сходство между собою, какъ въ химическихъ отношеніяхъ, такъ и въ физическихъ свойствахъ.

1-й классъ. *Щелочные металлы*: калій, натрій, цезій, рубидій, литій. Металлы этого класса одноатомны, они мягки при обыкновенной температурѣ, плавятся при довольно низкой температурѣ и улетучиваются при сильномъ нагрѣваніи. Они имѣютъ большое стремленіе соединяться съ кислородомъ, разлагаютъ воду на холоду и образуютъ водные окислы, которые весьма растворимы въ водѣ и улетучиваются при высшей температурѣ безъ разложенія. Эти водные окислы называются *щелочами* и представляютъ самыя сильныя основанія. Нормальныя соли угольной кислоты щелочныхъ металловъ растворимы въ водѣ.

2-й классъ. *Металлы щелочныхъ земель*: кальцій, стронцій, барій. Двуатомные металлы, которые при обыкновенной температурѣ соединяются съ кислородомъ и разлагаютъ воду, образуя сильные основные окислы (*щелочныя земли*) и водные окислы, которые меньше растворимы въ водѣ, чѣмъ щелочи. Нормальныя соли угольной кислоты нерастворимы въ водѣ. Окислы ихъ не возстановляются даже при высшей температурѣ, при помощи углерода или водорода.

3-й классъ. *Металлы земель:* аллюминій, бериллій, иттрій, эрбій, церій, лантанъ, дидимъ. За исключеніемъ аллюминія, эти металлы и ихъ соединенія изслѣдованы еще весьма мало, такъ-какъ они встрѣчаются очень рѣдко. Окислы ихъ нерастворимы въ водѣ и называются *землями;* они не возстановляются ни углеродомъ, ни водородомъ. Аллюминій разлагаетъ воду при высокой температурѣ.

4-й классъ. *Цинковая группа:* магній, цинкъ, кадмій, индій. Двуатомные металлы, которые легко улетучиваются при высокой температурѣ и при нагрѣваніи на воздухѣ горятъ пламенемъ; они разлагаютъ воду при высшей температурѣ и образуютъ только одинъ окиселъ и одно сѣрнистое соединеніе.

5-й классъ. *Желѣзная группа*: марганецъ, желѣзо, кобальтъ, никкель, хромъ, уранъ. Они также разлагаютъ воду при высокой температурѣ, нелетучи и образуютъ много окисловъ и сѣрнистыхъ соединеній. Одноокиси представляютъ сильныя основанія; въ нихъ и въ соляхъ эти металлы являются съ двумя единицами сродства, въ полутороокислахъ, которые представляютъ слабыя основанія, и въ происходящихъ отъ нихъ соединеніяхъ заключаются 2 атома металла, которые замѣщаютъ 6 атомовъ водорода.

6-й классъ. *Оловянная группа*: олово, титанъ, цирконій, торій, танталъ, ніобій. Четыре первые металла четырехатомны и примыкаютъ къ кремнію; подобно этому элементу они образуютъ летучее четыреххлористое соединеніе. Танталъ и ніобій очень рѣдкія тѣла, они пятиатомны, ихъ соединенія сходны съ соединеніями другихъ металловъ этой группы.

7-й классъ. *Вольфрамная группа:* молибденъ, ванадій, вольфрамъ. Шестиатомные металлы, образующіе летучія хлористыя соединенія. Трехокиси ихъ представляютъ ангидриды кислотъ и образуютъ очень характеристическія соли. Металлы этой группы очень рѣдки.

8-й классъ. *Сурьмяная группа:* сурьма, висмутъ. Эти элементы представляютъ переходъ отъ неметалловъ къ металламъ; они трехатомны и образуютъ естественную группу съ фосфоромъ и мышьякомъ.

9-й классъ. *Свинцовая группа:* свинецъ, таллій. Тяжелые металлы, имѣющіе въ своихъ соединеніяхъ большое сходство съ двумя первыми группами и отличающіеся отъ нихъ преимущественно нерастворимостью солей сѣрной кислоты. Таллій одноатомный, а свинецъ дву-атомный элементъ.

10-й классъ. *Серебряная группа:* мѣдь, ртуть, серебро. Эти металлы не разлагаютъ воды даже при сильномъ жарѣ и окисляются только азотною и концентрированною сѣрною кислотами; каждый изъ нихъ образуетъ два основныхъ окисла. Серебро одноатомно, оба другіе двуатомны.

11-й классъ. *Золотая группа:* золото, платина, палладій, родій, рутеній, иридій и осмій. Металлы этой группы нерастворимы въ азотной кислотѣ и уступаютъ дѣйствію только царской водки и хлора. Ихъ окислы разлагаются при нагрѣваніи на металлъ и кислородъ. Ихъ называютъ благородными металлами и причисляютъ сюда серебро и ртуть, окислы которыхъ также возстановляются нагрѣваніемъ. Золото трехатомно, прочіе четырехатомны.

Кристаллографія.

Всѣ почти тѣла, какъ элементы, такъ и соединенія, принимаютъ, при переходѣ изъ жидкаго или газообразнаго состоянія въ твердое, опредѣленную правильную форму, ограниченную блестящими плоскостями, что и называется кристалломъ. Кристаллы образуются различными способами; если растворить какое нибудь вещество, напр. селитру въ водѣ и оставить этотъ растворъ медленно испаряться, то

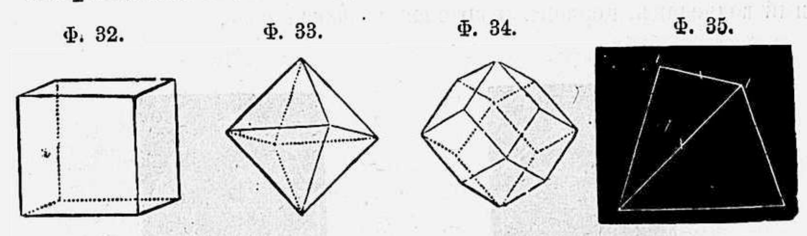
соль выдѣляется въ кристаллахъ. Вмѣсто растворенія можно привести тѣло въ жидкое состояніе плавленіемъ: расплавленная сѣра, напр., при охлажденіи кристаллизуется; пары тѣлъ летучихъ при высокой температурѣ, какъ напр. іода, трехокиси мышьяка, охлаждаясь принимаютъ кристаллическую форму. Многіе минералы находятся часто въ весьма совершенно образованныхъ кристаллахъ, но происхожденіе ихъ еще очень мало извѣстно; во всякомъ случаѣ для образованія ихъ потребно было много времени. Чѣмъ медленнѣе образуется кристаллъ, тѣмъ онъ больше и совершеннѣе. Кромѣ правильнаго ограниченія, кристаллы представляютъ еще другія свойства; они могутъ раздѣляться по извѣстнымъ направленіямъ легче, чѣмъ по другимъ какимъ нибудь, они обладаютъ спайностью. Большая часть изъ нихъ пропускаетъ свѣтъ и теплоту по различнымъ направленіямъ различно и многія изъ нихъ обладаютъ двойнымъ лучепреломленіемъ.

Всякія тѣла, которыя не являются въ кристаллическомъ состояніи, называются *аморфными*, какъ напр. стекло, камедь, клей, и т. д. Они имѣютъ по всѣмъ направленіямъ одинаковое сцѣпленіе, обладаютъ раковистымъ изломомъ и всегда простымъ лучепреломленіемъ. Главныя составныя части животныхъ и растительныхъ тѣлъ также не кристаллизуются; они обладаютъ особеннымъ строеніемъ, которое называютъ *организованнымъ* или *клѣточнымъ*.

Каждое тѣло имѣетъ по большей части опредѣленную форму, въ которой оно кристаллизуется и по которой можетъ быть узнаваемо. Если, напр., кристаллы образуются выпариваніемъ воднаго раствора, то самая маленькая частичка выдѣляется въ той же формѣ, какъ и самый большой кристаллъ, и если оставить ее въ растворѣ, то она только увеличивается въ объемѣ, но не перемѣняетъ при этомъ своей формы.

Всѣ кристаллы ограничены правильными *плоскостями*; пересѣченія двухъ плоскостей называютъ *ребрами*, а точки пересѣченія трехъ или многихъ плоскостей *углами*. Число и форма этихъ плоскостей, углы, подъ которыми онѣ наклонены другъ къ другу, число и родъ угловъ въ кристаллахъ, очень разнообразны въ различныхъ кристаллахъ, такъ что извѣстно нѣсколько тысячъ кристаллическихъ формъ. Всѣ они однако очень легко могутъ быть распредѣлены на классы или системы. Для этой цѣли въ каждомъ кристаллѣ предполагаются оси, которыя мысленно проводятъ черезъ центръ кристалла, такъ чтобы плоскости по отношенію къ этимъ осямъ были расположены симметрично.

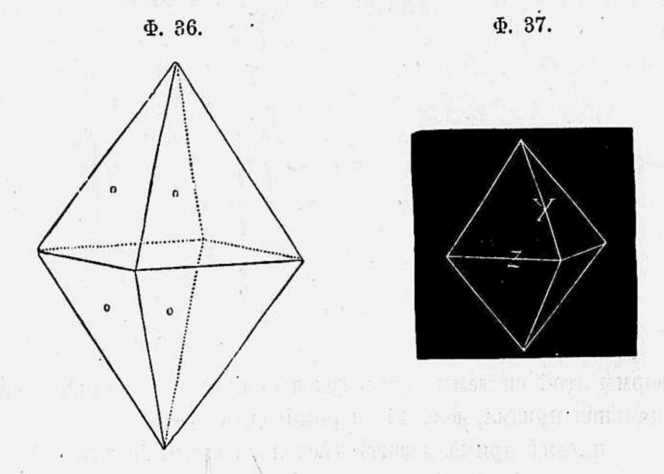
1. *Правильная система.* Кристаллы этой системы образованы по



Ф. 32. Ф. 33. Ф. 34. Ф. 35.

тремъ взаимно перпендикулярнымъ направленіямъ, поэтому въ нихъ принимаютъ три равныя взаимно перпендикулярныя оси. Простѣйшія формы, сюда принадлежащія, суть кубъ, фиг. 32, октаэдръ (восьмигранникъ) фиг. 33, ромбическій додекаэдръ (двѣнадцатигранникъ) фиг. 34, и тетраэдръ, фиг. 35. Въ этой системѣ кристаллизуются слѣдующія извѣстныя тѣла: алмазъ, свинцовый блескъ, сѣрный колчеданъ, поваренная соль, квасцы и гранатъ.

2. *Квадратная система.* Три оси взаимно перпендикулярны, изъ которыхъ двѣ (побочныя) одинаковой длины и третья (главная) короче или длиннѣе двухъ остальныхъ. Простѣйшую форму этой системы представляетъ квадратная пирамида; между этими пирамидами различаютъ пирамиды перваго порядка, фиг. 36, въ которыхъ побочныя оси прохо-

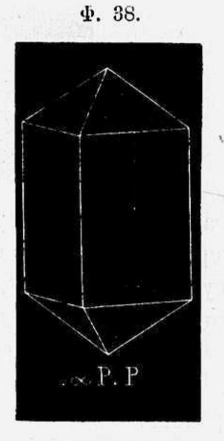


Ф. 36. Ф. 37.

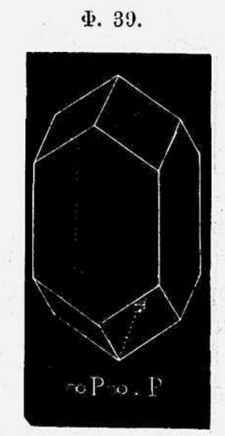
дятъ черезъ углы и пирамиды втораго порядка, фиг. 37, въ которыхъ побочныя оси пересѣкаютъ средину реберъ. Также точно подраздѣляютъ квадратныя призмы перваго порядка, фиг. 38 и втораго, фиг. 39. Въ

квадратной системѣ кристаллизуется оловянный камень (SnO^2), мѣдный колчеданъ, цирконъ и красная кровяная соль.

Ф. 38.

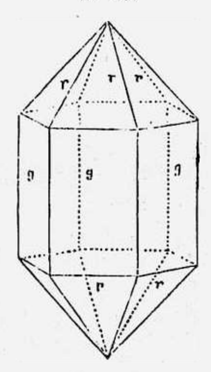


Ф. 39.

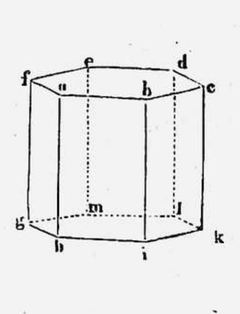


3. *Гексагональная система.* Въ этой системѣ принимаются четыре оси, изъ которыхъ главная длиннѣе или короче трехъ побочныхъ, которыя стоятъ къ ней перпендикулярно, равны между собою и пересѣкаются между собою подъ угломъ въ 60°. Всего чаще встрѣчающіяся формы этой системы суть: гексагональная пирамида, фиг. 40, гексагональная призма, фиг. 41, и ромбоэдръ.

Ф. 40.



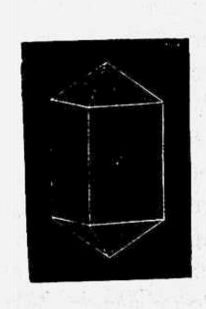
Ф. 41.



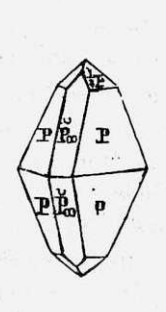
Къ этой системѣ принадлежитъ нѣсколько важнѣйшихъ тѣлъ, какъ то: графитъ, ледъ (гексагональное строеніе котораго ясно видно въ снѣжныхъ хлопьяхъ), кварцъ, корундъ, известковый шпатъ, желѣзный шпатъ, азотнонатріевая соль (чилійская селитра) и изумрудъ.

4. *Ромбическая система.* Три взаимно перпендикулярныя неравныя оси. Главныя формы этой системы представляютъ ромбическая пирамида, фиг. 42 и 43, и ромбическая призма, фиг. 44. Сюда принадлежатъ: самородная сѣра и сѣра кристаллизованная изъ сѣрнистаго углерода, селитра (азотнокаліевая соль), аррагонитъ, цинковый купоросъ, топазъ и тяжелый шпатъ.

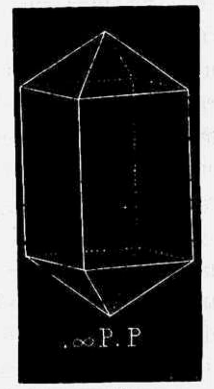
Ф. 42.



Ф. 43.

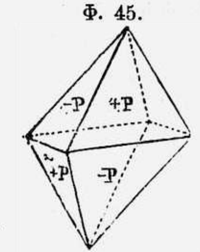


Ф. 44.

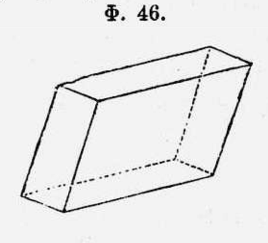


5. *Моноклиноэдрическая система.* Три неравныя оси, изъ которыхъ двѣ пересѣкаются подъ косымъ угломъ, а третья стоитъ перпендикулярно къ плоскости двухъ первыхъ. Простѣйшая форма, принадлежащая къ этой системѣ, есть моноклиноэдрическая пирамида, фиг. 45. Очень многія тѣла являются въ кристаллахъ этой системы, напр. сѣра полученная послѣ плавленія и охлажденія, кристаллизованная сода (угленатріевая соль), бура, хлорнокаліевая соль, обыкновенная фосфорнонатріевая соль ($Na^2 HPO^4 + 12 H^2O$), глауберовая соль, гипсъ, желѣзный купоросъ, полевой шпатъ и тростниковый сахаръ.

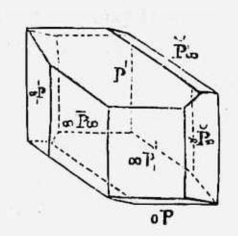
Ф. 45.



Ф. 46.



Ф. 47.



6. *Триклиноэдрическая система.* Три оси не одинаковой длины, пересѣкающіяся подъ косыми углами. Формы этой системы вообще очень запутаны; онѣ производятся изъ триклиноэдрической пирамиды и триклиноэдрической призмы (фиг. 46). Кристаллическая форма

въ которой обыкновенно является мѣдный купоросъ, показана на фиг. 47; изъ прочихъ извѣстныхъ тѣлъ кристаллизуются въ этой системѣ: красная хромовокаліевая соль (двухромокислое кали), натровый полевой шпатъ или альбитъ, борная кислота и т. д. Всѣ извѣстныя до настоящаго времени кристаллическія формы относятся къ этимъ шести системамъ; разнообразіе ихъ основывается на томъ, что въ одномъ и томъ же кристаллѣ могутъ являться плоскости, которыя принадлежатъ различнымъ простымъ формамъ, такъ что кристаллы состоятъ изъ комбинаціи многихъ простыхъ формъ. Кристаллы, принадлежащіе къ одной и той же системѣ, кажутся иногда весьма различными между собою, тогда какъ кристаллы двухъ различныхъ системъ кажутся часто на первый взглядъ очень сходными. Но точнымъ измѣреніемъ угловъ всегда можно отыскать безъ затрудненія законъ симметріи по которому шло образованіе кристалла, и показать положеніе и отношеніе осей другъ къ другу. Такимъ способомъ можно опредѣлить даже въ кристаллѣ образованномъ несовершенно или односторонно, къ какой системѣ онъ принадлежитъ и отъ какой формы онъ производится.

Нѣкоторыя вещества могутъ кристаллизоваться въ двухъ различныхъ системахъ; такія тѣла называютъ *диморфными;* они показываютъ всегда, кромѣ этого различія въ кристаллической формѣ, также различіе въ физическихъ свойствахъ, какъ напр., въ цвѣтѣ, твердости, удѣльномъ вѣсѣ и т. д. Примѣръ этого представляютъ углеродъ, сѣра и др. Нѣкоторыя соединенія, имѣющія сходное химическое строеніе, являются часто въ одной и той же кристаллической формѣ; такія тѣла называются *изоморфными;* напримѣръ одинаково кристаллизуются въ кубахъ: хлористый, бромистый и іодистый натрій, NaCl, NaBr и NaJ; фосфорнонатровая соль $N^2aHPO^4 + 12H^2O$, и мышьяковонатровая соль $Na^2HAsO^4 + 12H^2O$ даютъ одинаковые моноклиноэдрическіе кристаллы. Дальнѣйшіе примѣры этого особеннаго отношенія между строеніемъ и кристаллической формой будутъ указаны впослѣдствіи.

Щелочные металлы.

Калій.	Рубидій.
Натрій.	Литій.
Цезій.	**(Аммоній).**

Калій.

Атомный вѣсъ 39,1 = К.

Калій былъ открытъ въ 1807 году сэромъ Гумфри Дэви; онъ получилъ его, разлагая сильнымъ гальваническимъ токомъ водную окись калія (ѣдкое кали), которая при этомъ распадается на водородъ, кислородъ и калій. До этого времени щелочи и щелочныя земли считали за простыя тѣла. Этотъ металлъ добывается въ настоящее время нагрѣваніемъ при высокой температурѣ тѣсной смѣси углекаліевой соли и угля (обугленный винный камень) въ ретортѣ изъ ковкаго желѣза, причемъ происходятъ окись углерода и металлическій калій; послѣдній улетучивается при высокой температурѣ и перегоняется; его сгущаютъ въ сосудахъ наполненныхъ нефтью Это добываніе соединено съ различными затрудненіями. Калій должно старательно предохранять отъ доступа воздуха, потому что пары его на воздухѣ воспламеняются; также должно предохранять его отъ малѣйшихъ слѣдовъ сырости, такъ-какъ калій при этомъ разлагаетъ воду и освобождаетъ водородъ; поэтому пары его должны охлаждаться подъ нефтью, которая есть углеводородъ. При этомъ образуется всегда черное очень взрывчатое тѣло, соединеніе калія и окиси углерода, которое часто засоряетъ трубку и уже нѣсколько разъ давало поводъ къ несчастнымъ случаямъ. Чтобы получить калій изъ этого чернаго тѣла, которое его всегда сопровождаетъ, его плавятъ подъ нефтью и прожимаютъ черезъ холстъ, или еще разъ перегоняютъ.

Калій представляетъ блестящій, бѣлый какъ серебро металлъ, при обыкновенной температурѣ болѣе мягкій, чѣмъ воскъ; при 0° онъ становится хрупкимъ. Онъ плавится при $62,_5°$ и улетучивается нѣсколько ниже краснокалильнаго жара, образуя синевато-зеленый паръ. Подвергнутый вліянію воздуха, онъ быстро теряетъ свой металлическій блескъ, потому что соединяется съ кислородомъ и превращается мало-по-малу въ бѣлую окись. Онъ плаваетъ на водѣ и разлагаетъ ее, образуя при этомъ водную окись калія KHO, и свободный водородъ, причемъ выдѣляется такъ много теплоты, что водородъ воспламеняется и горитъ краснымъ фіолетовымъ пламенемъ. Это окрашиваніе происходитъ отъ улетучивающагося калія. Калій также непосредственно соединяется съ хлоромъ, сѣрой и разными другими неметаллами, что сопровождается отдѣленіемъ свѣта и теплоты. Главнымъ источникомъ соединеній калія, который достаточно

распространенъ въ природѣ, служитъ полевой шпатъ и другіе подобные силикаты, которые образуютъ главную составную часть кристаллическихъ породъ и содержатъ до 2—3 проц. этого металла. Но эти минералы не употребляются въ настоящее время для добыванія соединеній калія, такъ-какъ неизвѣстенъ еще до сихъ поръ простой и дешевый способъ отдѣлять кали отъ кремнезема; получаютъ же его изъ пепла полевыхъ растеній, который богатъ соединеніями калія, именно углекислымъ кали. Растенія получаютъ калійную соль изъ почвы, которая образуется тамъ черезъ вывѣтриваніе кристаллическихъ породъ. Выщелачивая пепелъ и выпаривая растворъ, получаютъ сырой продажный поташъ, изъ котораго и добываются другія соединенія калія. Азотнокаліевая соль или селитра находится въ жаркихъ странахъ, именно въ Остъ-Индіи, въ видѣ вывѣтрившагося продукта на поверхности почвы; хлористый калій встрѣчается въ залежахъ каменной соли, особенно богата имъ соль изъ *Штассфурта*; это соединеніе содержится также въ морской водѣ и предложенъ недавно проектъ техническаго добыванія калійныхъ солей изъ этого неизсякаемаго источника.

Окислы калія. Калій соединяется съ кислородомъ и образуетъ при этомъ три слѣдующія соединенія:

одноокись калія		K_2O
двуокись »		K_2O_2
четырехокись »		K_2O_4

Оба послѣднія соединенія происходятъ при окисленіи калія при возвышенной температурѣ; одноокись образуется при окисленіи калія въ совершенно сухомъ воздухѣ при обыкновенной температурѣ и представляетъ бѣлый порошокъ, который плавится при краснокалильномъ жарѣ и при охлажденіи отвердѣваетъ въ сѣровато-бѣлую хрупкую массу. При очень сильномъ нагрѣваніи она можетъ улетучиваться. При дѣйствіи на нее воды отдѣляется много теплоты и образуется водная окись калія, то-же соединеніе, которое получается дѣйствіемъ воды на калій:

$$\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O = 2\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\} O.$$

Водная окись калія или *ѣдкое кали*, KHO. Для добыванія этого соединенія растворяютъ 1 часть углекаліевой соли въ 12-ти частяхъ воды и кипятятъ этотъ растворъ съ 1-ю частью гашеной извести (водная окись кальція). Получается нерастворимая углекальціевая соль и растворъ ѣдкаго кали. Свѣтлая слитая жидкость, которая не должна пѣниться при приливаніи въ нее кислоты, выпаривается до-суха въ серебряной чашкѣ, затѣмъ нагрѣвается до плавленія и расплавленная масса выливается въ формѣ палочекъ. Твердое ѣдкое кали есть бѣлое кристаллическое вещество, которое улетучивается, не разлагаясь, при очень высокой температурѣ. Оно очень растворимо въ водѣ, на воздухѣ весьма сильно поглощаетъ воду, причемъ расплывается и превращается потомъ, соединяясь съ углекислотою, въ углекаліевую соль Растворъ его, называемый калійнымъ щелокомъ, имѣетъ сильную щелочную реакцію и ѣдкій вкусъ, и разъѣдаетъ кожу. Ѣдкое кали употребляется въ хирургіи какъ прижигательное средство; кромѣ того оно находитъ многочисленныя примѣненія въ искусствахъ, ремеслахъ (на мыльныхъ заводахъ) и лабораторіяхъ.

Азотнокаліевая соль или *селитра*, KNO_3. Эта соль, какъ уже упомянуто выше, встрѣчается въ природѣ и привозится въ значительномъ количествѣ изъ Остъ-Индіи въ Европу; ее добываютъ также искусственно, процессомъ, подобнымъ тому при которомъ она образуется въ природѣ,—именно смѣшиваютъ азотъ-содержащее органическое вещество, напр. животныя изверженія, съ золой и известью, и эту смѣсь въ кучахъ подвергаютъ дѣйствію воздуха, причемъ черезъ медленное окисленіе азота образуется мало-по-малу азотнокислая соль. Индѣйскую селитру, также какъ и полученную искуственно, очищаютъ, растворяя въ водѣ и обработывая растворъ углекаліевой солью, чтобы удалить известковыя и магнезіальныя соли, которыя находятся въ сырой селитрѣ. Растворъ сгущаютъ выпариваніемъ и при охлажденіи селитра выдѣляется въ большихъ кристаллахъ ромбической системы, не содержащихъ кристаллизаціонной воды. Одна часть селитры растворяется почти въ 4 частяхъ воды обыкновенной температуры и въ 1 части кипящей воды. Селитра содержитъ почти на половину своего вѣса кислорода и легко отдаетъ его при нагрѣваніи съ углемъ и другими горючими тѣлами, причемъ происходитъ вспышка. На этомъ основывается употребленіе селитры для фабрикаціи пороха и фейерверковъ.

Огнестрѣльный порохъ есть тѣсная смѣсь селитры, древеснаго угля и сѣры; разложеніе, происходящее при воспламененіи его, состоитъ вообще въ томъ, что кислородъ селитры соединяется съ углеродомъ въ окись углерода и угольный ангидридъ, причемъ азотъ дѣлается свободнымъ, а сѣра соединяется съ каліемъ. Огнестрѣльный порохъ заключаетъ въ себѣ самомъ необходимый для сгаранія кислородъ и поэтому горитъ также при отсутствіи воздуха;

сильно взрывающее дѣйствіе его основывается на развитіи большой массы газовъ, происходящей при быстромъ сгараніи. Газы расширяются еще болѣе отъ теплоты горѣнія и отъ этого происходитъ взрывъ. Лучшіе сорта огнестрѣльнаго пороха содержатъ около 2 частицъ селитры на 1 атомъ сѣры и 3 атома углерода; это отношеніе послѣ многихъ опытовъ признано за самое лучшее; происходящее при сгараніи разложеніе не можетъ однако быть выражено простымъ уравненіемъ и оно гораздо запутаннѣе въ дѣйствительности, чѣмъ вышеприведенное, которое выражало только главное основаніе происходящаго при этомъ процесса.

Слѣдующая таблица показываетъ составъ нѣкоторыхъ сортовъ военнаго пороха:

	Пруссія.	Англія и Австрія.	Франція.	Китай.
Селитра	75	75	75	75,7
Уголь	13,5	15	12,5	14,4
Сѣра	11,5	10	12,5	9,9
	100	100	100	100

Углекаліевая соль, K_2CO_3. Эта соль, извѣстная подъ именемъ *поташа*, добывается въ большомъ количествѣ въ Россіи и Америкѣ. Древесная зола выщелачивается водой, щелокъ выпаривается досуха и остатокъ идетъ въ торговлю въ видѣ сыраго поташа; онъ содержитъ еще другія соли, именно хлористый калій и сѣрнокаліевую соль; изъ него добываютъ очищенный поташъ, обрабатывая сырой продуктъ небольшимъ количествомъ воды, причемъ растворяется весьма растворимая углекаліевая соль, а примѣси остаются. При выпариваніи свѣтлаго раствора и получаютъ чистый продуктъ. Растенія, находящіяся на сушѣ, содержатъ калійныя соли органическихъ кислотъ; особенно богаты ими листья и маленькія вѣтви; стволъ и большія вѣтви содержатъ ихъ меньше. Органическія кислоты разлагаются во время горѣнія и образуется углекаліевая соль. Чтобы получить эту соль совершенно чистою, прокаливаютъ чистый винный камень (кислая каліевая соль винной кислоты), обработываютъ остатокъ водой и выпариваютъ процѣженный растворъ.

Углекаліевая соль есть бѣлый кристаллическій порошокъ, который весьма растворимъ въ водѣ и потому расплывается на влажномъ воздухѣ; растворъ имѣетъ ѣдкій вкусъ и сильную щелочную реакцію; онъ сильно поглощаетъ угольный ангидридъ и при выпариваніи его получаютъ водородноуглекаліевую соль, $\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\} CO_3$, которая образуетъ большіе кристаллы, довольно легко растворимые въ водѣ и имѣющіе среднюю реакцію; эта соль, называемая обыкновенно *двойною углекаліевою солью*, образуется по слѣдующему уравненію:

$$\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\} CO_3 + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} CO_2 = 2\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\} CO_3.$$

Хлористый калій, KCl. Мѣстонахожденіе и полученіе этой соли описано уже выше; она кристаллизуется въ кубахъ, какъ поваренная соль, и весьма часто употребляется для фабричнаго добыванія другихъ калійныхъ соединеній.

Хлорноватокаліевая соль, $KClO^3$. Это соединеніе, полученіе котораго было уже описано при хлорноватой кислотѣ, получается фабричнымъ образомъ по слѣдующему способу: известковое молоко насыщается при нагрѣваніи хлоромъ и образующаяся хлорноватоизвестковая соль разлагается хлористымъ каліемъ:

$$Ca\left\{\begin{matrix}ClO_3\\ClO_3\end{matrix}\right. + 2KCl = Ca\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right. + 2KClO_3.$$

При охлажденіи, трудно растворимая хлорноватокаліевая соль выдѣляется въ кристаллахъ формы табличекъ моноклиноэдрической системы; она вспыхиваетъ съ горючими тѣлами еще энергичнѣе, чѣмъ селитра; смѣсь хлорноватокаліевой соли и сѣры производитъ взрывъ при ударѣ молоткомъ, потому соль эта имѣетъ большое примѣненіе при устройствѣ фейерверковъ и фабрикацій зажигательныхъ спичекъ и подобныхъ продуктовъ. Въ ситцепечатаніи она употребляется какъ окисляющее средство.

Іодистый калій, KJ. Его приготовляютъ растворяя іодъ въ растворѣ ѣдкаго кали и прокаливая сухой остатокъ послѣ выпариванія. Онъ весьма растворимъ въ водѣ и кристаллизуется изъ этого раствора въ кубахъ, слѣдовательно изоморфенъ хлористому калію. Онъ употребляется въ фотографіи и какъ весьма важное средство въ медицинѣ.

Калій образуетъ съ сѣрой различныя соединенія, изъ которыхъ намъ извѣстны K^2S, K^2S^2, K^2S^3 и K^2S^5. Односѣрнистый калій получается при прокаливаніи съ углемъ сѣрнокаліевой соли. Пропуская сѣроводородъ въ растворъ ѣдкаго кали до насыщенія, получаютъ водородносѣр-

нистый калій, $\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}$ S, соединеніе, кристаллизующееся въ желтыхъ кристаллахъ; съ ѣдкимъ кали оно переходитъ въ односѣрнистый калій и воду:

$$\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}S+\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O=\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\}S+\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Оба соединенія, обработанныя кислотами, даютъ сѣрнистый водородъ; его же даютъ и многосѣрнистыя соединенія съ выдѣленіемъ сѣры, которая при этомъ выдѣляется въ видѣ чрезвычайно тонкаго бѣлаго порошка, называемаго *сѣрнымъ молокомъ*.

Сѣрнокаліевая соль, K^2SO^4, входитъ въ составъ золы многихъ растеній, преимущественно морскихъ; она довольно трудно растворяется въ водѣ и образуетъ твердые ромбическіе кристаллы. Водородносѣрнокаліевая соль $\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}$ SO^4, получается въ видѣ побочнаго продукта при добываніи азотной кислоты.

Отличительные *признаки соединеній калія*. Соединенія калія всего лучше узнаются по фіолетовому окрашиванію, которое они производятъ, улетучиваясь въ несвѣтящемся газовомъ пламени; спектръ этого пламени (смотри отдѣлъ о спектральномъ анализѣ) состоитъ изъ двухъ свѣтлыхъ линій, одна на красномъ концѣ спектра, другая на фіолетовомъ. Почти всѣ соли калія растворимы въ водѣ; образованіе тѣхъ солей которыя труднѣе растворимы, употребляютъ для отъисканія соединеній этого металла и отдѣленія его отъ другихъ тѣлъ.

Если прибавить къ слабому раствору калійной соли хлорной кислоты, или растворимой хлорной соли, то образуется кристаллическій осадокъ хлорнокалійной соли; такой же осадокъ является послѣ прибавленія виннокаменной кислоты, причемъ выдѣляется труднорастворимый винный камень въ видѣ кристаллическаго порошка. Калійная хлористая платина, $2KCl + PtCl^4$, осаждается въ видѣ маленькихъ желтыхъ, кубическихъ кристалловъ, при смѣшеніи раствора хлористой платины съ какою-либо солью калія; выдѣленіе происходитъ быстрѣе отъ прибавленія спирта, въ которомъ это соединеніе нерастворимо.

Натрій.

Атомный вѣсъ 23 = Na.

Этотъ металлъ былъ открытъ *сэромъ Гумфри Дэви* непосредственно послѣ открытія калія, разложеніемъ ѣдкаго натра гальваническимъ токомъ. Онъ добывается въ большомъ количествѣ, подобно калію, возстановленіемъ угленатріевой соли углемъ; такъ-какъ при этомъ не образуется никакого взрывающаго соединенія, то добываніе это гораздо легче и безопаснѣе. Натрій представляетъ серебряно-бѣлый, при обыкновенной температурѣ мягкій металлъ, удѣльный вѣсъ котораго = $0{,}97$; онъ плавится при $95{,}6°$, а при температурѣ близко подходящей къ краснокалильному жару улетучивается въ видѣ безцвѣтнаго пара. На воздухѣ онъ быстро окисляется; брошенный въ воду, онъ плаваетъ по поверхности и разлагаетъ ее, образуя ѣдкій натръ и освобождая водородъ. Разложеніе менѣе сильно, чѣмъ при каліѣ и водородъ воспламеняется только тогда, когда вода тепла или когда смѣшана съ крахмальнымъ клейстеромъ, причемъ расплавленный металлическій шарикъ, удерживаясь на одномъ мѣстѣ, сильнѣе нагрѣвается. Натрій находитъ примѣненіе при добываніи другихъ металловъ, именно магнія и аллюминія, и вообще какъ сильное возстановляющее средство. Соединенія натрія вообще весьма распространены въ природѣ; посредствомъ спектральнаго анализа можно показать присутствіе ихъ въ каждой пылинкѣ. Натрій представляетъ главную составную часть кристаллическихъ породъ. Въ соединеніи съ хлоромъ онъ образуетъ поваренную соль, которая находится въ значительномъ количествѣ въ морской водѣ и въ залежахъ каменной соли.

Окислы натрія. Если натрій при обыкновенной температурѣ подвергается дѣйствію совершенно сухаго воздуха, то онъ превращается въ бѣлый порошокъ одноокиси натрія Na_2O, которая весьма сходна съ одноокисью калія, и съ водой образуетъ водную окись натрія NaHO, причемъ отдѣляется теплота. Она не можетъ быть снова разложена нагрѣваніемъ на воду и окись натрія; но если ее нагрѣвать съ натріемъ, то водородъ освобождается и получается одноокись натрія:

$$\left.\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}\right\}O+Na=\left.\begin{matrix}Na\\Na\end{matrix}\right\}O+H.$$

Двуокись натрія, Na_2O_2 получается нагрѣваніемъ натрія въ сухомъ кислородѣ, причемъ натрій горитъ желтымъ пламенемъ. Она представляетъ желтый порошокъ, водный растворъ котораго быстро разлагается на кислородъ и водную окись натрія.

Водная окись натрія или *ѣдкій натръ*, NaHO, получается въ большомъ количествѣ, какъ и ѣдкое кали, кипяченіемъ воднаго раствора угленатріевой соли съ гашеною известью:

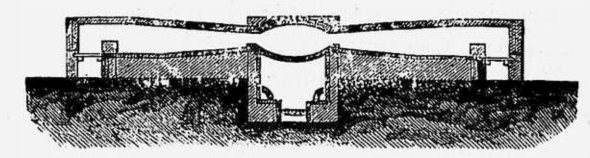
$$\left.\begin{matrix}Ca\\H_2\end{matrix}\right\}O_2 + \left.\begin{matrix}Na\\Na\end{matrix}\right\}CO_3 = CaCO_3 + 2\left.\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Выпаривая растворъ ѣдкаго натра и расплавляя сухой остатокъ, получаютъ ѣдкій натръ въ видѣ бѣлой кристаллической массы, которая быстро поглощаетъ на воздухѣ воду и угольный ангидридъ. Онъ плавится ниже краснокалильнаго жара и при высшей температурѣ улетучивается какъ и ѣдкое кали, съ которымъ онъ сходенъ во многихъ отношеніяхъ. Ѣдкій натръ находитъ главное свое примѣненіе на мыловаренныхъ заводахъ.

Хлористый натрій, NaCl. *Поваренная соль* представляетъ важнѣйшее соединеніе натрія и служитъ для добыванія почти всѣхъ остальныхъ соединеній. Эта соль весьма распространена въ природѣ; она находится въ видѣ каменной соли въ огромныхъ залежахъ въ Фридрихсгаллѣ, Штасфуртѣ, Галлѣ въ Тиролѣ, Величкѣ въ Галиціи, Чешрѣ въ Англіи, въ Испаніи и т. д. Морская вода заключаетъ въ себѣ около 3-хъ проц. поваренной соли, откуда ее получаютъ выпариваніемъ; она находится также въ источникахъ вытекающихъ изъ залежей каменной соли. Изъ воднаго раствора она выдѣляется при медленномъ испареніи, въ кубахъ; каменная соль находится часто въ весьма чистыхъ прозрачныхъ массахъ, которыя легко раскалываются по плоскостямъ куба. 1 часть поваренной соли растворяется при обыкновенной температурѣ въ 2,8 частяхъ воды; кипящая вода растворяетъ немногимъ болѣе.

Угленатріевая соль, Na_2CO_3, добывается фабричнымъ образомъ въ очень большихъ размѣрахъ и употребляется на стеклянныхъ фабрикахъ, мыльныхъ заводахъ, для бѣленія и т. д. Прежде эту соль получали изъ золы морскихъ растеній, также какъ и въ настоящее время получаютъ еще поташъ изъ золы полевыхъ растеній; теперь ее добываютъ изъ поваренной соли, которую рядомъ химическихъ процессовъ переводятъ въ угленатріевую соль. Поваренная соль нагрѣвается сначала съ сѣрною кислотою въ печи, причемъ она превращается въ сѣрнонатріевую или глауберовую соль. На фиг. 48-й пред-


Ф. 48.



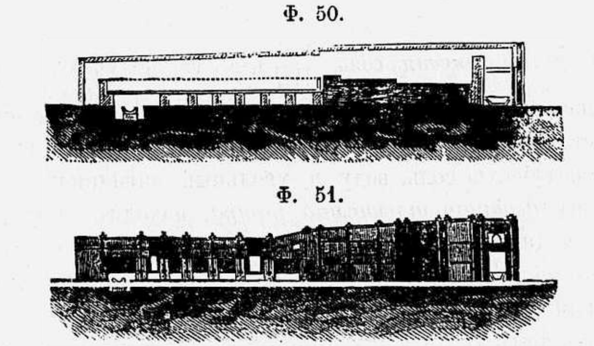
ставленъ разрѣзъ, а на фиг. 49-й боковой видъ этой печи, въ томъ

Ф. 49.



видѣ какъ она строится на большихъ англійскихъ фабрикахъ. Въ срединѣ, надъ топкой, находится большая закрытая желѣзная сковорода, къ которой съ каждой стороны примыкаетъ отражательная печь. Сначала поваренную соль помѣщаютъ на сковороду, прибавляютъ необходимое количество сѣрной кислоты и нагрѣваютъ смѣсь; выдѣляющаяся соляная кислота вмѣстѣ съ продуктами горѣнія идетъ въ дымовую трубу, откуда она проходитъ въ высокій, подобный башнѣ, наполненный кирпичами или коксомъ цилиндръ, черезъ который протекаетъ вода, поглощающая соляную кислоту, между тѣмъ какъ дымъ и газы улетучиваются въ высокую трубу. Какъ скоро масса, находящаяся на сковородѣ, сдѣлается твердою, ее кладутъ въ отражательную печь, на которую направлено пламя и гдѣ разложеніе приводится къ концу. Тогда сѣрнокислая соль соскребывается, смѣшивается съ равнымъ вѣсомъ извести и тремя четвертями каменнаго угля и въ содовой печи (фиг. 50 и 51) нагрѣвается до

Ф. 50.


Ф. 51.

плавленія. Расплавленная темная масса называется *сырой содой*. Химическія измѣненія, происходящія въ содовой печи, состоятъ въ томъ, что уголь сначала превращаетъ сѣрнокислую соль въ сѣрнистый натрій:

$$Na^2SO^4 + 4C = N^2aS + 4CO.$$

Сѣрнистый натрій, нагрѣтый съ углекислою известью, превращается въ угленатріевую соль:

$$Na^2S + CaCO^3 = Na^2CO^3 + CaS.$$

Сырая сода выщелачивается, причемъ получается въ растворѣ угленатріевая соль, а нерастворимый сѣрнистый кальцій, избытокъ извести, уголь и пепелъ остаются; затѣмъ растворъ выпаривается для нагрѣванія его, употребляютъ нагрѣтый воздухъ содовой печи, который иначе пропадалъ бы безполезно, пропуская его надъ свинцовымъ сосудомъ, содержащимъ содовый растворъ (фиг. 50). Когда растворъ будетъ достаточно концентрированъ, сода начинаетъ выдѣляться; тогда ее вычерпываютъ, высушиваютъ и еще разъ нагрѣваютъ въ печи. Такая сода идетъ въ торговлю подъ названіемъ *кальцинированной*. Такая сода, даже чистая, содержитъ отъ 82 до 95% Na^2CO^3, вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ ѣдкаго натра, сѣрнистаго натрія, глауберовой и поваренной соли. Въ Великобританіи ежегодно потребляется болѣе 200,000 тоннъ (каждая тонна вѣситъ 1056 килограммовъ) поваренной соли на содовыхъ фабрикахъ, которыя производятъ почти такое же количество кальцинированной соды.

Если растворить соду въ теплой водѣ до насыщенія, то по охлажденіи выдѣляются прозрачные кристаллы, имѣющіе составъ $Na^2CO^3 + 10H^2O$, — извѣстные подъ названіемъ *кристаллизованной соды*. Угленатріевая соль встрѣчается также въ природѣ, какъ вывѣтрившійся продуктъ почвы, въ Венгріи и въ натронныхъ озерахъ въ Египтѣ.

Водородноугленатріевая соль, $\left.\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}\right\} CO^3$. Ее получаютъ, пропуская струю углекислоты черезъ кристаллическую соду. Она представляетъ бѣлый кристаллическій порошокъ, который при нагрѣваніи разлагается на угленатріевую соль, воду и угольный ангидридъ. Соль эта, подъ именемъ *двойнаго углекислаго натра*, находитъ большое примѣненіе въ медицинѣ и въ приготовленіи шипучихъ напитковъ.

Азотнонатріевая соль, $NaNO^3$, встрѣчается въ огромныхъ пластахъ на югѣ Перу и привозится въ большомъ количествѣ въ Европу подъ именемъ *чилійской селитры*. Ее употребляютъ какъ удобрительное средство и при добываніи азотной кислоты и калійной селитры. Для послѣдней цѣли смѣшиваютъ концентрированный горячій растворъ этой соли съ совершенно насыщеннымъ горячимъ растворомъ хлористаго калія; при охлажденіи азотнокаліевая соль кристаллизуется, а въ растворѣ остается поваренная соль.

Сѣрнонатріевая соль, Na^2SO^4, встрѣчается въ торговлѣ подъ именемъ *глауберовой соли* въ большихъ прозрачныхъ кристаллахъ, $Na^2SO^4 + 10H^2O$, которые, подвергаясь дѣйствію воздуха, вывѣтриваются, т. е. выдѣляютъ воду и распадаются въ бѣлый порошокъ. Сѣрнонатріевая соль находится во многихъ минеральныхъ источникахъ, въ минеральныхъ водахъ и солончакахъ. Кристаллическая соль употребляется какъ лекарство; приведенная въ безводное состояніе способомъ уже упомянутымъ при фабрикаціи соды, она употребляется на стеклянныхъ заводахъ.

Натріевая соль сѣрноватистой кислоты и соль фосфорной кислоты были уже описаны раньше.

Борнонатріевая соль. Борная кислота образуетъ съ натріемъ различныя соли; важнѣйшая изъ нихъ есть *бура*, которая прежде вывозилась въ Европу изъ Тибета подъ именемъ *тинкала*, гдѣ она составляетъ нерѣдкій минералъ. Въ настоящее время буру добываютъ изъ борной кислоты и соды; она кристаллизуется въ свѣтлыхъ, содержащихъ воду, кристаллахъ, $Na^2B^4O^7 + 10H^2O$. Кристаллы плавятся при нагрѣваніи, сильно вспучиваясь, и образуютъ при калильномъ жарѣ стекловидную массу расплавленной буры, $Na^2B^4O^7$, которая употребляется при работахъ съ паяльной трубкой, при спаиваніи металловъ и какъ плавень при плавленіи, такъ какъ соль, подобно трехокиси бора, имѣетъ свойство растворять при плавленіи многіе металлическіе окислы.

Кремненатріевая соль. При плавленіи соды съ кремнеземомъ (пескомъ) получаютъ стекловидную массу, которая растворяется при кипяченіи въ водѣ. Этотъ растворъ, подъ именемъ *растворимаго стекла*, находитъ употребленіе для предохраненія дерева, холста и т. д. отъ огня и отъ вліянія погоды.

Отличительные признаки солей натрія.

Всѣ соли натрія легкорастворимы въ водѣ, за исключеніемъ соли сурьмяной кислоты, которая мало растворима. Присутствіе солей натрія узнается по желтому окрашиванію безцвѣтнаго газоваго пламени и по спектру, который состоитъ изъ одной только желтой линіи.

Цезій и рубидій.

Оба эти металла, открытые въ 1860 г. *Бунзеномъ* и *Кирхгофомъ* съ

помощью спектральнаго анализа, имѣютъ во всѣхъ своихъ соединеніяхъ такое большое сходство съ соединеніями калія, что раньше ихъ не различали. Они весьма распространены въ природѣ, но всегда въ самыхъ незначительныхъ количествахъ. Сначала они были находимы въ маточныхъ разсолахъ Дюркгеймскихъ солончаковъ, но, позднѣе, они попадались во многихъ другихъ источникахъ и въ минералахъ, въ растительной золѣ и т. д. Ихъ соединенія встрѣчаются только вмѣстѣ съ солями калія; для раздѣленія, пользуются платиновохлористыми соединеніями: если смѣсь послѣднихъ кипятить съ водой, то растворяется преимущественно каліевая соль. Черезъ разложеніе гальваническимъ токомъ расплавленныхъ хлористыхъ соединеній, можно изолировать металлы. Рубидій можетъ добываться тѣмъ же самымъ способомъ, какъ калій, онъ весьма сходенъ съ нимъ; удѣльный вѣсъ его = $1{,}_{52}$; онъ даетъ сине-зеленый паръ.

Литій.

Атомный вѣсъ 7 = Li.

Соединенія литія весьма распространены, но всегда только въ небольшихъ количествахъ, обыкновенно вмѣстѣ съ другими щелочными металлами. Нѣкоторые силикаты, именно нѣкоторые роды слюды, содержатъ литій въ нѣсколько большихъ количествахъ; онъ также находится въ минеральныхъ водахъ, особенно богатъ имъ одинъ ключъ въ Корнваллисѣ.

Посредствомъ электролиза хлористаго литія, получаютъ чистый металлъ, бѣлый какъ серебро, плавящійся при 180°; удѣльный вѣсъ его $0{,}_{59}$, слѣдовательно онъ представляетъ самый легкій металлъ.

Литій принадлежитъ къ щелочнымъ металламъ и вмѣстѣ къ металламъ щелочныхъ земель, такъ-какъ его углекислыя и фосфорнокислыя соли трудно растворимы въ водѣ. Всѣ соединенія литія окрашиваютъ пламя великолѣпнымъ карминнымъ цвѣтомъ; спектръ ихъ состоитъ изъ одной блестящей красной линіи.

Соединенія аммонія.

Амміакъ соединяется прямо со всѣми кислотами и образуетъ рядъ солей, которыя имѣютъ большое сходство съ соотвѣтствующими солями калія и изоморфны съ ними. Въ этихъ соляхъ принимаютъ группу аммоній NH^4, которая играетъ роль сложнаго радикала подобнаго металлу, какъ то показываютъ слѣдующія формулы:

Хлористый калій KCl хлористый аммоній NH^4Cl.

Сѣрнокаліевая соль $\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\} SO^4$ сѣрноамміачная соль $\left.\begin{matrix}NH^4\\NH^4\end{matrix}\right\} SO^4$.

Водородносѣрнистый калій $\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\} S$ водородносѣрнистый аммоній $\left.\begin{matrix}NH^4\\H\end{matrix}\right\} S$.

Радикалъ аммоній $\begin{matrix}NH^4\\NH^4\end{matrix}$ извѣстенъ въ свободномъ состояніи въ видѣ синей металлически-блестящей жидкости, которая сохраняется на нѣкоторое время только при сильномъ давленіи и охлажденіи, и очень легко разлагается на амміакъ и водородъ. Если положимъ амальгаму натрія въ растворъ хлористаго аммонія, то получится хлористый натрій, а освободившійся аммоній соединится со ртутью въ легкую, губчатую, металлически-блестящую массу, которая плаваетъ на водѣ. Она весьма скоро разлагается снова на ртуть, водородъ и амміакъ.

Хлористый аммоній или *нашатырь*, NH^4Cl, добывается въ большихъ количествахъ на газовыхъ заводахъ посредствомъ насыщенія воднаго раствора амміака соляной кислотой, выпариванія раствора и возгонки сухаго остатка, для удаленія смолистыхъ веществъ. Возгоняемый нашатырь образуетъ волокнистую массу; изъ воднаго раствора онъ кристаллизуется въ маленькіе неясные кристаллы правильной системы. При нагрѣваніи онъ улетучивается, не плавясь предварительно.

Углеамміачная соль. При нагрѣваніи нашатыря съ мѣломъ, возгоняется соль въ видѣ прозрачной кристаллической массы, которая извѣстна въ торговлѣ подъ именемъ углекислаго амміака и представляетъ соединеніе углеамміачной соли съ угольнымъ ангидридомъ, $\left(NH^4\right) \times {}^4C^3O^8 = 2\left(\left.\begin{matrix}NH^4\\NH^4\end{matrix}\right\} CO^3\right) + CO^2$; оно имѣетъ запахъ амміака, легко улетучивается и на воздухѣ превращается мало по малу, принимая воду и угольный ангидридъ, въ водородноуглеамміачную соль

$\left.\begin{matrix}NH^4\\H\end{matrix}\right\}CO^3$, которая изоморфна съ соотвѣтствующею каліевою солью и встрѣчается иногда въ гуано.

Водородносѣрнистый аммоній, $\left.\begin{matrix}NH^4\\H\end{matrix}\right\}S$. Водный растворъ этого соединенія очень часто употребляется въ лабораторіяхъ какъ реактивъ и раздѣляющее средство. Его добываютъ, пропуская до насыщенія сѣрнистый водородъ въ амміакъ. Безцвѣтный растворъ, который имѣетъ непріятный запахъ сѣрнистаго водорода и амміака, окрашивается при доступѣ воздуха мало по малу въ желтый цвѣтъ.

Металлы щелочныхъ земель.

Кальцій, стронцій, барій.

Кальцій.

Атомный вѣсъ 40 = Ca.

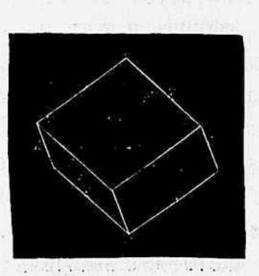
Кальцій представляетъ одну изъ главныхъ составныхъ частей земной коры и встрѣчается въ видѣ кремнекислой соли въ древнихъ кристаллическихъ породахъ и кромѣ того въ видѣ углекислой соли— известняка, мѣла; въ видѣ гипса, онъ образуетъ значительные слои въ различныхъ формаціяхъ. Этотъ металлъ получается при дѣйствіи электрическаго тока на расплавленное хлористое соединеніе, или при нагрѣваніи іодистаго соединенія съ натріемъ, въ видѣ свѣтло-желтаго металла, удѣльный вѣсъ котораго = 1,58. На воздухѣ онъ быстро окисляется и даетъ известь. Тотъ же продуктъ образуется при сжиганіи металла.

Окись кальція или известь, CaO, получается прокаливаніемъ чистой углекислой соли, напр. бѣлаго мрамора; эту окись добываютъ въ большихъ количествахъ нагрѣваніемъ обыкновеннаго известняка въ обжигательной печи. Известь представляетъ хрупкое, бѣлое, неплавящееся тѣло, которое соединяется съ водой съ сильнымъ нагрѣваніемъ и распадается при этомъ въ бѣлый порошокъ, который состоитъ изъ водной окиси кальція, CaH^2O^2, или гашеной извести. Она растворяется въ 730 частяхъ холодной и только въ 1,300 частяхъ кипящей воды; растворъ, называемый *известковою водою*, имѣетъ щелочную реакцію. Гашеная известь при прокаливаніи снова разлагается на известь и воду, и жадно поглощаетъ изъ воздуха угольный ангидридъ. На этомъ свойствѣ основывается отчасти способность затвердѣванія известки и цемента; для гидравлическаго цемента сверхъ того, такъ какъ онъ содержитъ песокъ, со временемъ получается кремнекальцієвая соль, которая главнымъ образомъ возвышаетъ твердость известки и придаетъ ей совершенную прочность подъ водою.

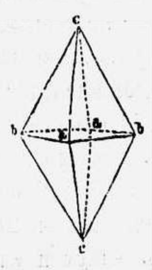
Гидравлическіе цементы получаются при медленномъ обжиганіи известняковъ, содержащихъ глину и кремнеземъ; они употребляются для подводныхъ построекъ, потому что какъ сказано, затвердѣваютъ подъ водой, отъ образованія кремнекальціевой и кремнеалюминіевой солей. Известь употребляется часто въ земледѣліи для улучшенія почвы; ея дѣйствіе основывается на томъ, что она разлагаетъ въ тяжелой глинистой почвѣ силикаты и освобождаетъ соединенія калія въ растворенной формѣ, которыя поэтому легко могутъ восприниматься растеніями. Кромѣ того она дѣйствуетъ разрушительно на органическія вещества, причемъ происходитъ быстрое истлѣваніе корней и другихъ частей растенія, если они находятся въ почвѣ въ большомъ количествѣ.

Углекальціевая соль (углекислая известь), $CaCO^3$, встрѣчается въ огромныхъ массахъ, образуя цѣлыя цѣпи горъ, въ видѣ известняка, мрамора, мѣла и т. д.; съ углемагніевою солью она образуетъ горную породу *доломитъ*. Многія изъ этихъ огромныхъ залежей, какъ напр., мѣлъ состоятъ изъ остатковъ микроскопическихъ морскихъ животныхъ. Неорганическую составную часть яичныхъ скорлупъ и раковинъ, также коралловъ, которые образуютъ въ Тихомъ океанѣ цѣлыя группы островов, составляетъ преимущественно углекальцієвая соль. Кристаллизуясь въ ромбоэдрахъ, она образуетъ *известковый шпатъ*, фиг. 52,

Ф. 52.



Ф. 53.



она является также въ видѣ *арраюнита* въ ромбическихъ кристал-

лахъ, фиг. 53, и, слѣдовательно, она диморфна. Углекальціевая соль почти нерастворима въ чистой водѣ, но въ водѣ, содержащей угольную кислоту она растворима и во всѣхъ водахъ, вытекающихъ изъ известковой почвы, углекислая соль находится вслѣдствіе этого въ растворѣ; на воздухѣ угольная кислота улетучивается и углекальціевая соль осаждается. На этомъ основывается отложеніе углеизвестковой соли во многихъ пещерахъ, то же самое происходитъ при испареніи, причемъ выдѣляется углекислая соль въ видѣ твердой кристаллической коры на стѣнкахъ сосуда и образуетъ такъ называемую *котельную накипь* появленію которой на стѣнкахъ паровиковъ можно препятствовать, если прибавлять въ воду нашатыря, черезъ что получается растворимый хлористый кальцій и летучая углеамміачная соль. Вода, содержащая въ растворѣ известковыя соли, называется *жесткою водою*; она не годится для мытья, потому что образуетъ нерастворимое известковое мыло. Если въ водѣ содержится только углекальціевая соль, то вода можетъ сдѣлаться мягкою при кипяченіи или при прибавленіи небольшаго количества известковаго молока, причемъ вся свободная угольная кислота связывается.

Сѣрнокальціевая соль, $CaSO^4$, встрѣчается какъ минералъ, который называется ангидридомъ; соединяясь съ водой она образуетъ *гипсъ*, $CaSO^4 + 2H^2O$, который является часто въ моноклиноэдрическихъ кристаллахъ и въ видѣ алебастра.

Гипсъ растворимъ во 400 частяхъ воды и содержится въ водѣ большей части ключей; вода, содержащая гипсъ, не можетъ сдѣлаться мягкою черезъ кипяченіе, такъ какъ гипсъ не осаждается, и потому ее называютъ постоянно-жесткою, въ отличіе отъ временно жесткой, которая содержитъ въ растворѣ углекислую соль. При слабомъ нагрѣваніи гипсъ теряетъ свою воду; обожженный гипсъ, при дѣйствіи воды, снова соединяется съ 2-мя частицами ея и масса отвердѣваетъ спустя короткое время; на этомъ основывается ея употребленіе для гипсовыхъ или алебастровыхъ формъ, фигуръ и т. д.

Хлористый кальцій, $CaCl^2$, получается раствореніемъ мѣла или мрамора въ соляной кислотѣ; при выпариваніи раствора до густоты сиропа, при охлажденіи осаждаются большіе копьевидные кристаллы формулы $CaCl^2 + 6H^2O$, которые на воздухѣ быстро поглощаютъ влагу и расплываются. При нагрѣваніи, выдѣляя воду, они превращаются въ пористую массу, $CaCl^2 + 2H^2O$, которая также съ большой жадностію притягиваетъ влагу и употребляется часто для высушиванія газовъ и жидкостей. При дальнѣйшемъ нагрѣваніи вся вода улетучивается;

масса плавится и при охлажденіи затвердѣваетъ въ кристаллическую массу.

Хлорная известь представляетъ смѣсь хлористаго кальція и хлорноватистокальціевой соли, о добываніи которой упоминалось уже прежде; она образуетъ бѣлый, имѣющій слабый запахъ хлора, порошокъ. При смѣшеніи свѣтлаго раствора ея съ незначительнымъ количествомъ окиси кобальта и нагрѣваніи отдѣляется кислородъ и вся хлорноватистокислая соль превращается въ хлористый кальцій; такое же дѣйствіе какъ окись кобальта, имѣютъ другіе окислы, какъ то: окислы желѣза, марганца, мѣди и т. д. Дѣйствіе это основывается на томъ, что окислы, принимая кислородъ, превращаются въ высшіе окислы, которые однако въ теплѣ очень непостоянны, такъ что снова распадаются на кислородъ и низшій окиселъ, который снова отнимаетъ кислородъ хлорноватистой соли и т. д. Бѣлильная известь или само по себѣ или въ смѣси съ кислотами употребляется для бѣленія тканей, потому что развиваетъ хлоръ и кислородъ, которые и бѣлятся.

Фтористый кальцій или плавиковый шпатъ, $CaFl^2$, встрѣчается какъ минералъ въ большихъ кристаллахъ кубической формы, часто прекрасно окрашенныхъ. Онъ находится въ Саксоніи, Богеміи, на Гарцѣ, въ Дербиширѣ въ Англіи и т. д. Кромѣ употребленія для добыванія плавиковой кислоты, онъ служитъ также какъ плавень.

О фосфорнокальціевыхъ соединеніяхъ было уже упомянуто при фосфорѣ; такъ-какъ они часто встрѣчаются въ природѣ, то употребляются для удобренія почвы, чтобы доставить ей необходимую для растеній фосфорную кислоту.

Летучія соединенія кальція окрашиваютъ пламя желто-краснымъ цвѣтомъ: они даютъ особенный спектръ, состоящій изъ оранжевыхъ и зеленыхъ линій, помощію котораго легко можно распознать присутствіе кальція.

Стронцій.

Атомный вѣсъ 87,5 = Sr.

Этотъ элементъ не очень распространенъ въ природѣ и является преимущественно въ нѣкоторыхъ минералахъ, въ видѣ углекислой

соли въ *стронціанитъ* и въ видѣ сѣрнокислой въ *целестинъ*. Морская вода и нѣкоторые источники содержатъ также небольшія количества соединеній стронція. Металлъ можетъ получаться электролизомъ изъ расплавленнаго хлористаго соединенія; онъ имѣетъ желтовато-бѣлый цвѣтъ, удѣльный вѣсъ его = 2,54 и онъ очень похожъ на кальцій.

Окись стронція или стронціанъ, SrO, получается прокаливаніемъ азотностронціевой соли; она соединяется съ водой съ сильнымъ нагрѣваніемъ въ водную окись стронція, SrH^2O^2, которая черезъ прокаливаніе не разлагается подобно гашеной извести; въ горячей водѣ она довольно растворима и кристаллизуется при охлажденіи въ видѣ гидрата, $SrH^2O^2 + 8H^2O$; растворъ ея обнаруживаетъ сильную щелочную реакцію и ѣдокъ. Для добыванія солей стронція употребляютъ стронціанитъ; растворяя его въ азотной кислотѣ, получаютъ азотностронціевую соль, которая часто употребляется для фейерверковъ; летучія соединенія стронція окрашиваютъ пламя въ прекрасный карминово-красный цвѣтъ; спектръ ихъ очень характеристиченъ своими линіями желто-красною и синею.

Барій.

Атомный вѣсъ 137 = Ba.

Барій, также какъ стронцій, находится въ природѣ въ видѣ сѣрнокислой соли или *тяжелаго шпата* и въ видѣ углекислой или *витерита*; чистый металлъ мало извѣстенъ, онъ получается въ видѣ неплавящагося порошка, подобнымъ же способомъ какъ и предъидущіе металлы, съ которыми онъ имѣетъ большое сходство въ своихъ свойствахъ.

Одноокись барія или *баритъ*, BaO, получается, какъ и стронціанъ, прокаливаніемъ азотнобаріевой соли и образуетъ пористую сѣровато-бѣлую массу, которая соединяется съ водой съ сильнымъ развитіемъ теплоты и образуетъ водную окись барія, BaH^2O^2, бѣлый порошокъ, который плавится при красно-калильномъ жарѣ, не теряя воды. Порошокъ этотъ легко растворяется въ кипящей водѣ и кристаллизуется изъ холоднаго раствора въ большихъ кристаллахъ, содержащихъ воду, $BaH^2O^2 + 8H^2O$; растворъ ихъ ѣдокъ и имѣетъ сильную щелочную реакцію.

Перекись барія, BaO^2. При нагрѣваніи барита въ струѣ кислорода до 300—400°, онъ соединяется съ 1 атомомъ кислорода и образуетъ перекись барія; при прокаливаніи этого соединенія, кислородъ снова выдѣляется. На этомъ основаніи было предложено воспользоваться этимъ для добыванія въ большихъ количествахъ чистаго кислорода прямо изъ воздуха, потому что какъ скоро перекись при прокаливаніи разложится, температуру быстро понижаютъ и пропускаютъ воздухъ черезъ баритъ, который, принимая кислородъ, снова превращается въ перекись, снова разлагающуюся при прокаливаніи. Къ сожалѣнію, этотъ способъ нельзя употреблять въ большомъ видѣ, такъ какъ, при частомъ повтореніи этого пріема, образованіе перекиси происходитъ мало по малу все медленнѣе и несовершеннѣе. Перекись барія не имѣетъ никакихъ основныхъ свойствъ; съ кислотами она выдѣляетъ кислородъ или образуетъ перекись водорода.

Хлористый барій, $BaCl^2$, представляетъ важнѣйшую изъ солей барія и получается раствореніемъ виттерита въ соляной кислотѣ и кристаллизаціей раствора; кристаллы содержатъ воду и имѣютъ формулу $BaCl^2 + 2H^2O$. Онъ часто употребляется въ лабораторіяхъ какъ осаждающее средство для солей сѣрной кислоты.

Сѣрнобаріевая соль, $BaSO^2$ извѣстна какъ матеріалъ подъ именемъ *тяжелаго шпата*, удѣльный вѣсъ котораго 4,6 (βαρυς, тяжелый). Она есть одна изъ самыхъ нерастворимыхъ солей и осаждается мгновенно въ видѣ бѣлаго порошка, если прибавить къ раствору баріевой соли сѣрной кислоты или какой нибудь растворимой сѣрно кислой соли. Этотъ осадокъ добывается въ большомъ количествѣ и употребляется какъ краска подъ именемъ постоянныхъ бѣлилъ (Permanentweiss). Для добыванія низшихъ сортовъ этой краски, тонкій порошекъ тяжелаго шпата смѣшиваютъ съ свинцовыми бѣлилами.

Азотнобаріевая соль. $Ba(NO^3)^2$ кристаллизуется въ правильныхъ октаэдрахъ и имѣетъ то же примѣненіе какъ и хлористое соединеніе.

Сѣрнистый барій, BaS, получается сильнымъ прокаливаніемъ тѣсной смѣси тяжелаго шпата съ углемъ; соединеніе это растворяется въ водѣ и разлагается при этомъ на водную окись барія и водородно-сѣрнистый барій:

$$2BaS + 2H^2O = BaH^2S^2 + BaH^2O^2.$$

Кислоты разлагаютъ его, выдѣляя сѣроводородъ и образуя соли барія, которыя часто добываютъ изъ этого соединенія, вмѣсто виттерита.

Соли барія имѣютъ очень большое сходство съ солями стронція,

они отличаются своимъ отношеніемъ къ кремнефтористоводородной кислотѣ, которая съ растворами первыхъ даетъ нерастворимый осадокъ кремнефтористаго барія, тогда какъ соли стронція не осаждаются при этомъ. Летучія соединенія барія окрашиваютъ пламя въ зеленый цвѣтъ; спектръ состоитъ изъ многихъ свѣтлыхъ линій, изъ которыхъ особенно характеристичны зеленыя.

Металлы земель.

Алюминій.

Атомный вѣсъ 27,4 = Al.

Алюминій въ видѣ своей окиси, называемой глиноземомъ, представляетъ одну изъ главныхъ составныхъ частей кристаллическихъ силикатовъ, сланцовъ, глины, мергеля и т. д. Этотъ металлъ получаютъ нагрѣваніемъ хлористаго алюминія съ натріемъ; онъ представляетъ серебряно-бѣлый, блестящій и ковкій металлъ. Онъ добывается въ большомъ количествѣ и употребляется, по причинѣ своей легкости (удѣльный вѣсъ его = 2,56) и своего красиваго цвѣта для украшеній, оптическихъ инструментовъ и т. д.

Окись алюминія или *глиноземъ*, Al^2O^3, представляетъ единственный извѣстный окиселъ аллюминія и находится въ видѣ кристаллизованнаго и очень твердаго минерала — корунда, удѣльный вѣсъ котораго = 3,9, окрашенныя разновидности его даютъ рубинъ и сафиръ.

При прибавленіи амміака къ раствору алюминіевой соли получаютъ бѣлый студенистый осадокъ водной окиси алюминія, $\left.\begin{matrix}Al^2\\H^6\end{matrix}\right\}O^6$, которая при сильномъ нагрѣваніи, теряя воду, превращается въ бѣлый аморфный порошокъ, глиноземъ. Чистый глиноземъ плавится только въ пламени гремучаго газа; кислоты совершенно не дѣйствуютъ на расплавленный или кристаллическій глиноземъ и только весьма медленно на аморфный порошокъ; водная окись, напротивъ того, легко растворяется, какъ въ разведенныхъ кислотахъ, такъ и въ растворахъ кали и натра. Глиноземъ представляетъ слабое основаніе; растворы солей даютъ кислую реакцію и имѣютъ сладкій вяжущій вкусъ; онѣ имѣютъ большое примѣненіе въ красильномъ искусствѣ и ситцепечатаніи, какъ протрава, такъ какъ глиноземъ образуетъ со многими органическими красящими веществами нерастворимыя соединенія (лаковыя краски), которыя, засѣвши въ поры ткани, не могутъ быть выдѣлены мытьемъ.

Хлористый алюминій, Al^2Cl^6, получается нагрѣваніемъ тѣсной смѣси угля и глинозема въ струѣ хлорнаго газа, въ видѣ бѣлой кристаллической массы, которая можетъ перегоняться и которая быстро поглощаетъ влажность изъ воздуха. Подобныя же свойства имѣютъ соединенія брома, іода и фтора. Фтористый натроалюминій, $Al^2Fl^6 + 6NaFl$, встрѣчается въ Гренландіи въ огромныхъ массахъ, какъ минералъ, подъ именемъ *кріолита*, и можетъ служить для добыванія металла вмѣсто хлористыхъ соединеній.

Сѣрноалюминіевая соль, $Al^2(SO^4)^3$, добывается въ большомъ количествѣ нагрѣваніемъ глины съ концентрированной сѣрной кислотой; она употребляется въ красильномъ искусствѣ вмѣсто квасцовъ; соль эта, встрѣчающаяся въ торговлѣ, заключаетъ въ себѣ кремневую кислоту и другія примѣси, перешедшія изъ глины. Съ сѣрнокаліевою и сѣрноамміачною солями она образуетъ двойныя соли, которыя извѣстны подъ именемъ *квасцовъ*; они представляютъ единственныя соли алюминія, которыя кристаллизуются и потому могутъ быть легко получаемы въ чистомъ видѣ. Калійные квасцы, $\left.\begin{matrix}Al^2\\K^2\end{matrix}\right\}4SO^4 + 24H^2O$, кристаллизуются въ большихъ правильныхъ октаэдрахъ и добывались прежде преимущественно изъ квасцоваго сланца, слоистой глины, которая содержитъ каменный или бурый уголь и желѣзный колчеданъ, FeS^2; черезъ обжиганіе послѣднее соединеніе окисляется и превращается на воздухѣ въ присутствіи воды въ сѣрную кислоту которая, разлагаетъ кремнеалюминіевую соль; выщелачиваніемъ получаютъ концентрированный растворъ сѣрноалюминіевой соли, къ которому прибавляютъ растворъ калійной соли, изъ раствора кристаллизуютсяся квасцы. Вмѣсто калійныхъ квасцовъ въ настоящее время употребляются въ техникѣ преимущественно амміачные квасцы, $\left.\begin{matrix}Al^2\\(NH^4)^2\end{matrix}\right\}4SO^4 + 24H^2O$, которые и фабрикуются въ большихъ размѣрахъ. Ихъ добываютъ, нагрѣвая обожженный глинистый сланецъ содержащій уголь, съ разведенной сѣрной кислотой и впуская въ эту жидкость пары амміачной воды газовыхъ заводовъ. Извѣстенъ цѣлый рядъ солей, которыя имѣютъ ту же самую кристаллическую форму и соотвѣтствующее строеніе какъ квасцы, но вмѣсто алюминія содержатъ изоморфные металлы, какъ желѣзо, хромъ и марганецъ; они обозначаются общимъ именемъ *квасцовъ*. Если многіе изъ нихъ

находятся одновременно въ растворѣ, то они кристаллизуются при этомъ вмѣстѣ въ однородныхъ кристаллахъ и этимъ способомъ ихъ нельзя отдѣлить другъ отъ друга.

Различные сорта глины суть водныя кремнеалюминіевыя соли, которыя произошли чрезъ вывѣтриваніе полеваго шпата и подобныхъ ему породъ; формула полеваго шпата есть $\left.\begin{matrix}3Si\\AlK\end{matrix}\right\} O^8$, при вывѣтриваніи образуются растворимыя калійныя соли, которыя вымываются водой, а глина остается. Самая чистая глина есть фарфоровая или каолинъ, которая не содержитъ желѣза и другихъ примѣсей. Двойныя кремневыя соли алюминія и другихъ металловъ щелочей и щелочныхъ земель, сходныя съ полевымъ шпатомъ, являются очень часто въ видѣ прекрасно окристаллизованныхъ минераловъ; какъ гранатъ, идокразъ, слюда и т. д. Нѣкоторые, встрѣчающіеся въ природѣ, силикаты, какъ стильбитъ и анальцимъ, содержатъ кристаллизаціонную воду и называются цеолитами.

Растворимыя соли алюминія узнаются по осадку, который онѣ даютъ съ амміакомъ, нерастворимымъ въ избыткѣ реактива, но растворимымъ въ ѣдкомъ натрѣ. При нагрѣваніи соединенія алюминія, смоченныхъ растворомъ кобальтовой соли, въ пламени паяльной трубки, они окрашиваются прекраснымъ синимъ цвѣтомъ.

Стекло, фосфоръ и глиняныя издѣлія.

Кремневыя соли щелочныхъ металловъ растворяются въ водѣ; соли же металловъ щелочныхъ земель не растворяются и сложенія кристаллическаго, но разлагаются кислотами, соединеніе же обѣихъ группъ не подвергается дѣйствію ни воды, ни кислотъ, оно аморфно и называется *стекломъ*. Различные виды стекла, употребляемаго въ техникѣ, различаются по своему химическому составу и свойствомъ отъ него зависящимъ.

Различаютъ:

1. *Натровое стекло*, которое состоитъ изъ кремневой соли натрія и кальція, и употребляется для оконныхъ стеколъ, бутылокъ и разныхъ химическихъ аппаратовъ и т. д.

2. *Калійное стекло* или *богемское*, которое содержитъ калій вмѣсто натрія; оно гораздо труднѣе плавится, чѣмъ натровое стекло и употребляется какъ для предметовъ роскоши, такъ и для химической посуды, которая должна выдерживать калильный жаръ, какъ напр. трубки для органическаго анализа.

3. *Свинцовое стекло* или *флинтгласъ*, содержитъ кремневую соль калія и свинца; оно имѣетъ большой удѣльный вѣсъ, легкоплавко и сильно преломляетъ свѣтъ. Оно употребляется для оптическихъ инструментовъ и для предметовъ роскоши; въ Англіи изъ него приготовляютъ вообще необходимые въ хозяйствѣ стеклянные сосуды.

4. *Обыкновенное зеленое стекло* представляетъ нечистую смѣсь кремневыхъ соединеній натрія, кальція, алюминія, желѣза и т. д., и употребляется для такихъ цѣлей, гдѣ не требуется ни особенной тонкости, ни цвѣта стекла. Для приготовленія высшихъ сортовъ стекла требуются, какъ старательный выборъ самаго чистаго матеріала, такъ и тщательность въ приготовленіи; обыкновенно приготовляя это стекло, прибавляютъ къ смѣси четверть или половину вѣса обломковъ стекла того же самаго сорта. Готовыя стеклянныя вещи должно очень медленно охлаждать въ особенныхъ печахъ; быстро охлажденное стекло чрезвычайно хрупко и ломко; это зависитъ оттого, что отдѣльныя части при быстромъ охлажденіи неправильно сжимаются и остаются въ нѣкоторомъ напряженіи. Слѣдующая таблица даетъ составъ различныхъ сортовъ стекла:

Оконное стекло.		*Зеркальное стекло.*	
Кварцеваго песку . . .	100 час	Чистаго песку	100 час.
Извести	36 »	Извести	5 »
Прокаленной соды. . .	24 »	Прокаленной соды. . .	35 »
Глауберовой соли. . .	12 »	Окиси мышьяка. . .	$\frac{1}{5}$ »
Окиси мышьяка . . .	$\frac{1}{2}$ »	Ломаннаго стекла. . .	100 »
Ломаннаго стекла. . .	100 »		
Богемское стекло.		*Флинтгласъ.*	
Чистаго песку	100 час.	Чистаго песку	100 час.
Очищеннаго поташа . .	60 »	Сурика.	20 »
Мѣла	8 »	Очищеннаго поташа . .	40 »
Перекиси марганца . .	$\frac{3}{4}$ »	Селитры.	2 »
Ломаннаго стекла. . .	40 »	Ломаннаго стекла . .	50—100 »

Окрашенныя стекла получаютъ, растворяя нѣкоторые металлическіе окислы, въ небольшихъ количествахъ, въ расплавленномъ стеклѣ. Такъ напр., зеленое бутылочное стекло обязано своимъ цвѣтомъ закиси желѣза; окислы марганца окрашиваютъ стекло фіолетовымъ цвѣтомъ. Чтобы произвести чистое, бѣлое стекло, прибавляютъ нѣсколько перекиси марганца. Это дѣлается для того, что чрезвычайно трудно получать матеріалы совершенно несодержащіе желѣза и, слѣдовательно, стекло не окрашенное зеленоватымъ цвѣтомъ, который и мо-

жетъ быть удаленъ только дополнительнымъ фіолетовымъ окрашиваніемъ, производимымъ перекисью марганца. Для той же цѣли прибавляютъ окись мышьяка, которая окисляетъ закись желѣза въ окись, что устраняетъ зеленое окрашиваніе. Поддѣльные драгоцѣнные камни добываютъ изъ легкоплавкаго, сильно блестящаго и преломляющаго свѣтъ свинцоваго стекла; окись кобальта окрашиваетъ его въ синій цвѣтъ, какъ сафиръ; окись желѣза — въ желтый цвѣтъ, какъ топазъ; закись мѣди въ красный цвѣтъ — рубинъ; окись хрома — въ зеленый — смарагдъ и т. д.

Фарфоровыя и глиняныя издѣлія состоятъ изъ обожженной глины, т. е. изъ болѣе или менѣе чистой кремнеалюминіевой соли; они покрываются глазурью, т. е. плавящимся при высокой температурѣ стекломъ, чтобы сдѣлать пористое вещество непромокаемымъ и придать ему болѣе крѣпости. Для полученія высшаго сорта фарфора употребляютъ самый чистый бѣлый каолинъ, къ которому примѣшиваютъ измельченный въ порошокъ полевой шпатъ и часто даже нѣсколько мѣла и мелкаго кварцеваго песку, которые плавятся при обжиганіи и масса становится прозрачною; обожженные сосуды покрываютъ глазурью изъ полеваго шпата, погружая ихъ въ воду, въ которой размѣшанъ измельченный въ мелкій порошокъ полевой шпатъ; пористая масса всасываетъ воду и покрывается слоемъ порошка, который покрывается глазурью послѣ высушиванія черезъ вторичное обжиганіе; фарфоровые сосуды имѣютъ большое примѣненіе при химическихъ работахъ, такъ-какъ глазурь ихъ не разрушается кислотами. Каменная и обыкновенная глиняная посуда покрываются такъ называемою соляною глазурью, которая получается тѣмъ, что бросаютъ поваренную соль въ гончарныя печи; соль испаряется и образуетъ, соприкасаясь съ глиной и водянымъ паромъ, хлористый водородъ и плавящуюся кремненатроалюминіевую соль, которая покрываетъ тонкимъ слоемъ предметы. Вмѣсто этой глазури употребляютъ очень часто легкоплавкое свинцовое стекло.

Синяя краска извѣстная подъ именемъ *ультрамарина*, получается нагрѣваніемъ смѣси фарфоровой глины, прокаленной соды, сѣры и древеснаго угля; она заключаетъ въ себѣ кремненатроалюминіевую соль въ соединеніи съ сѣрнистымъ натріемъ. Разведенныя кислоты разлагаютъ ее, выдѣляя сѣрнистый водородъ, сѣру и кремневую кислоту. Это соединеніе находится въ видѣ рѣдкаго минерала, который извѣстенъ подъ именемъ *лазуреваго камня*.

Металлы цинковой группы.

Магній.	Кадмій.
Цинкъ.	Индій.

Магній.

Атомный вѣсъ 24 = Mg.

Магній представляетъ одну изъ составныхъ частей многихъ силикатовъ и другихъ минераловъ; *доломитъ*, являющійся въ мощныхъ слояхъ, состоитъ изъ углекислыхъ солей кальція и магнія; морская вода и нѣкоторые ключи, такъ называемыя горькія воды, содержатъ въ растворѣ сѣрнокислую соль и хлористое соединеніе магнія. Чистый металлъ добывается въ большихъ количествахъ нагрѣваніемъ хлористаго магнія съ натріемъ; онъ имѣетъ серебряно-бѣлый цвѣтъ, ковокъ, удѣльный вѣсъ его = 1,74 и точка плавленія при температурѣ темно-красно-калильнаго жара; при свѣтломъ красно-калильномъ жарѣ онъ можетъ быть легко перегоняемъ. Его можно вытянуть, при нагрѣваніи въ проволоку и подобно латуни выливать въ формы. Нагрѣтый на воздухѣ онъ горитъ ослѣпительно-бѣлымъ свѣтомъ; превращаясь въ магнезію, MgO; свѣтъ магнія употребляется въ фотографіи вмѣсто солнечнаго свѣта, такъ-какъ онъ весьма богатъ химически дѣйствующими лучами. Благодаря ему, удалось получить фотографическія изображенія внутренностей пирамидъ, пещеръ, рудниковъ и т. д.

Магній не измѣняется на сухомъ воздухѣ; холодная вода дѣйствуетъ на него очень медленно; съ теплой водой онъ выдѣляетъ водородъ; въ соляной и сѣрной кислотахъ онъ быстро растворяется.

Окись магнія или *магнезія*, MgO, представляетъ бѣлый, аморфный, неплавящійся порошокъ, который получаютъ при нагрѣваніи углекислой соли, и который употребляется подъ именемъ *жженой магнезіи*, какъ лекарственное средство. Она очень трудно растворима въ водѣ; растворъ ея имѣетъ слабую щелочную реакцію. Если къ раствору магніевой соди прибавить ѣдкаго кали, то образуется бѣлый осадокъ водной окиси магнія, MgH^2O^2, которая при нагрѣваніи отдаетъ воду и превращается въ магнезію.

Хлористый магній, $MgCl^2$, получается при раствореніи окиси или углекислой соли въ соляной кислотѣ; при выпариваніи этого раствора на воздухѣ, происходитъ разложеніе, соляная кислота улетучивается и остается магнезія; но если къ раствору прибавить нашатыря, то получится двойная соль, которая можетъ быть получена и высушена безъ разложенія. При прокаливаніи сухаго остатка, пары нашатыря улетучиваются и остается хлористый магній въ видѣ расплавленной массы; эта масса послѣ охлажденія бѣла, кристаллична, жадно притягиваетъ влажность изъ воздуха и расплывается.

Сѣрномагніевая соль кристаллизуется въ ромбическихъ, содержащихъ воду, кристаллахъ, $MgSO^4 + 7H^2O$, которые извѣстны подъ именемъ *горькой соли*. Горькая соль встрѣчается въ различныхъ минеральныхъ водахъ, называемыхъ горькими водами, и получается въ большихъ количествахъ раствореніемъ доломита или магнезита въ разведенной сѣрной кислотѣ; она образуетъ съ сѣрными солями щелочныхъ металловъ двойныя соли, въ которыхъ послѣднія замѣщаютъ 1 частицу кристаллизаціонной воды; такъ напр., формула калійной соли будетъ:

$$MgSO^4 + K^2SO^4 + 6H^2O.$$

Углемагніевая соль, $MgCO^3$, находится въ видѣ магнезита, который изоморфенъ съ известковымъ шпатомъ. Употребляемая въ медицинѣ углекислая магнезія представляетъ смѣсь углемагніевой соли и водной окиси магнія; ее получаютъ въ видѣ бѣлаго порошка, смѣшивая нагрѣтые растворы горькой соли и соды, причемъ угольная кислота отчасти выдѣляется.

Соли магнія во многихъ отношеніяхъ очень сходны съ солями металловъ щелочныхъ земель; и отличаются отъ нихъ легкою растворимостью сѣрнокислыхъ солей и тѣмъ, что углекислыя соли растворяются въ растворѣ нашатыря. Прибавляя къ солямъ магнія нашатырь, фосфорнонатріевую соль и амміакъ, получаютъ кристаллическій осадокъ $MgNH^4PO^4 + 6H^2O$. Это соединеніе представляетъ самую трудно-растворимую соль магнія; оно появляется иногда въ животномъ тѣлѣ и даетъ поводъ къ образованію мочевыхъ камней.

Цинкъ.

Атомный вѣсъ 65,2 = Zn.

Этотъ важный металлъ встрѣчается въ видѣ сѣрнистаго соединенія

(цинковая обманка), углекислой соли (галмей) и окиси (красная цинковая руда) и можетъ легко быть выдѣленъ изъ своихъ рудъ: послѣднія обжиганіемъ на воздухѣ превращаются въ окись цинка, которая при нагрѣваніи съ углемъ возстановляется въ металлъ; этимъ онъ отличается отъ магнія, съ которымъ въ другихъ отношеніяхъ имѣетъ большое сходство. Когда возстановленіе обожженной руды производятъ въ ретортѣ, то отдѣляется окись углерода; а возстановленный металлъ перегоняется и скопляется въ пріемникѣ.

Цинкъ имѣетъ синевато-бѣлый цвѣтъ, кристаллическій изломъ, при обыкновенной температурѣ онъ твердъ, но нагрѣтый до 130° онъ становится мягкимъ, такъ-что его можно ковать и прокатывать черезъ валы; при 200° онъ становится хрупкимъ, такъ что и его можно истолочь въ ступкѣ. Удѣльный вѣсъ цинка около 7; онъ плавится при 423° и улетучивается при сильномъ красно-калильномъ жарѣ; паръ его воспламеняется на воздухѣ и сгараетъ свѣтлымъ блестящимъ зеленоватымъ пламенемъ въ окись цинка. Какъ сырой, такъ и сухой воздухъ мало дѣйствуютъ на цинкъ и окисляютъ его только съ поверхности; онъ находитъ поэтому большое примѣненіе въ формѣ листовъ; его употребляютъ еще для покрытія желѣзнаго листа защитительнымъ слоемъ; такое покрытое цинкомъ желѣзо называется *гальванизированнымъ*. Цинкъ легко растворяется въ разведенныхъ кислотахъ, выдѣляя водородъ; онъ входитъ въ составъ многихъ сплавовъ, какъ напр., латуни и нейзильбера.

Окись цинка, ZnO, есть единственный окиселъ этого металла. Ее получаютъ, сжигая цинкъ на воздухѣ, въ видѣ бѣлаго аморфнаго порошка, который при нагрѣваніи желтѣетъ, а при охлажденіи снова принимаетъ первоначальный цвѣтъ. Изъ раствора цинковыхъ солей ѣдкія щелочи осаждаютъ водную окись цинка, ZnH^2O^2, въ видѣ бѣлаго порошка, который при нагрѣваніи разлагается на воду и окись цинка. Окись цинка употребляется какъ краска, подъ именемъ *цинковыхъ бѣлилъ*.

Сѣрноцинковая соль, $ZnSO^4 + 7H^2O$, изоморфна съ горькой солью и извѣстна подъ именемъ *цинковаго купороса*; она образуетъ рядъ двойныхъ солей съ сѣрнокислыми солями щелочныхъ металловъ, подобно сѣрномагніевой соли.

Углецинковая соль, $ZnCO^3$, встрѣчается въ видѣ одной изъ важнѣйшихъ цинковыхъ рудъ подъ именемъ галмея; угленатріевая соль даетъ въ растворахъ солей цинка бѣлый осадокъ, представляющій

смѣсь углецинковой соли и водной окиси цинка, такъ-какъ часть угольной кислоты выдѣляется.

Хлористый цинкъ, $ZnCl^2$, образуется при сгараніи цинка въ хлорномъ газѣ въ видѣ бѣлой массы, которая улетучивается при красно-калильномъ жарѣ. Онъ весьма растворимъ въ водѣ и расплывается на воздухѣ. Это соединеніе получается также при раствореніи цинка въ соляной кислотѣ и выпариваніи раствора.

Сѣрнистый цинкъ встрѣчается кристаллизованный въ видѣ минерала, который называется цинковой обманкой; обыкновенно она имѣетъ темный цвѣтъ, который происходитъ отъ примѣси окиси желѣза и др.; чистый сѣрнистый цинкъ бѣлъ; его получаютъ прибавляя къ раствору цинковой соли сѣрнистаго аммонія, причемъ образуется бѣлый осадокъ, нерастворимый въ уксусной кислотѣ, но легко растворимый въ минеральныхъ кислотахъ, съ выдѣленіемъ сѣроводорода. Этими свойствами пользуются для распознанія присутствія солей цинка; они узнаются далѣе тѣмъ, что водная окись, осажденная щелочью, растворяется въ избыткѣ реактива. При нагрѣваніи цинковаго соединенія, смоченнаго растворомъ кобальта, на древесномъ углѣ, въ пламени паяльной трубки, оно окрашивается прекраснымъ зеленымъ цвѣтомъ.

Кадмій.

Атомный вѣсъ 112 = Cd.

Кадмій постоянно встрѣчается вмѣстѣ съ цинкомъ и содержится въ незначительномъ количествѣ въ большей части цинковыхъ рудъ. При добываніи цинка сначала перегоняется кадмій, такъ-какъ онъ болѣе летучъ. Онъ представляетъ бѣлый ковкій металлъ, имѣющій удѣльный вѣсъ = 8,6 и плавящійся при 315°; нагрѣтый въ воздухѣ, онъ горитъ блестящимъ пламенемъ, образуя бурую окись, CdO. Соли кадмія очень сходны съ солями цинка; но легко отличаются отъ нихъ прекраснымъ желтымъ цвѣтомъ сѣрнистаго кадмія, который получается пропусканіемъ сѣроводорода въ ихъ растворы и который не разлагается разведенными кислотами. Амальгама кадмія находитъ примѣненіе при пломбированіи зубовъ; свѣже-приготовленная, она мягка и легко мнется въ рукахъ, но спустя нѣсколько времени за-

твердѣваетъ; іодистый кадмій иногда употребляется въ фотографіи; желтое сѣрнистое соединеніе употребляется въ живописи.

Индій. In = 71,8.

Этотъ металлъ находится въ очень небольшихъ количествахъ въ цинковой обманкѣ Рудныхъ горъ и Гарца. Его соединенія окрашиваютъ пламя паяльной трубки синимъ цвѣтомъ и спектръ его состоитъ изъ одной прекрасной темно-синей линіи. Онъ открытъ только недавно съ помощію спектральнаго анализа и мало еще изслѣдованъ по причинѣ своей рѣдкости; онъ представляетъ бѣлый, ковкій металлъ, имѣющій большое сходство съ кадміемъ.

Металлы желѣзной группы.

Марганецъ.	Никкель.
Желѣзо.	Хромъ.
Кобальтъ.	Уранъ.

Марганецъ.

Атомный вѣсъ 55 = Mn.

Марганецъ встрѣчается почти только въ видѣ окисловъ. Нагрѣваніемъ этой окиси съ углемъ при очень высокой температурѣ получаютъ металлъ, который въ чистомъ видѣ представляетъ красновато-бѣлый, хрупкій и столь твердый металлъ, что чертитъ стекло. Онъ быстро окисляется на воздухѣ и распадается въ порошокъ; онъ разлагаетъ воду уже при обыкновенной температурѣ, потому его должно сохранять, какъ и щелочные металлы, подъ нефтью. Марганецъ обнаруживаетъ слабыя магнитныя свойства и соединяется какъ желѣзо съ углеродомъ и кремніемъ; въ чистомъ видѣ онъ не находитъ никакого примѣненія, но сплавъ марганца и желѣза получается въ большихъ количествахъ и употребляется при приготовленіи стали. Съ кислородомъ марганецъ даетъ различныя соединенія.

Одноокись марганца или *закись*, MnO, представляетъ зеленый по-

рошокъ, который получается прокаливаніемъ его углекислой соли безъ доступа воздуха, или нагрѣваніемъ высшихъ окисловъ въ струѣ водорода. На воздухѣ, при нагрѣваніи, она быстро соединяется кислородомъ и превращается въ одинъ изъ высшихъ окисловъ. Она даетъ рядъ солей, которыя имѣютъ блѣдно-красный цвѣтъ; изъ растворовъ ихъ щелочи осаждаютъ бѣлую водную окись марганца, MnH^2O^2, которая на воздухѣ окрашивается бурымъ цвѣтомъ, такъ-какъ она соединяется съ кислородомъ. Сѣрномарганцовая соль образуетъ прекрасные розово-красные кристаллы, $MnSO^4 + 5H^2O$; ее добываютъ обыкновенно, нагрѣвая перекись марганца съ сѣрной кислотой, причемъ кислородъ выдѣляется:

$$MnO^2 + H^2SO^4 = MnSO^4 + H^2O + O.$$

Хлористый марганецъ, $MnCl^2$, получается при выпариваніи остатка, полученнаго послѣ добыванія хлора изъ перекиси марганца и соляной кислоты, въ видѣ расплывающейся кристаллической массы.

Углемарганцовая соль, $MnCO^3$, находится въ видѣ минерала и извѣстна подъ именемъ марганцоваго шпата, который изоморфенъ съ известковымъ шпатомъ; при осажденіи раствора марганцовой соли углекислою солью щелочныхъ металловъ, получаютъ бѣлый осадокъ, который содержитъ вмѣстѣ съ углемарганцовой солью водную окись марганца; сѣрнистый аммоній осаждаетъ изъ раствора марганцовой соли сѣрнистый марганецъ, MnS, мяснаго цвѣта.

Полуторная окись марганца, Mn^2O^3, она представляетъ черный порошокъ, который получается накаливаніемъ какого-либо окисла марганца въ кислородѣ; она встрѣчается подъ именемъ *браунита* въ видѣ минерала. Она представляетъ слабое основаніе и образуетъ рядъ непостоянныхъ солей, изъ которыхъ болѣе извѣстны марганцовые квасцы; они изоморфны съ обыкновенными квасцами, 2 атома алюминія замѣщены въ нихъ 2-мя атомами марганца:

$$\text{Квасцы}\ \left.\begin{matrix}Al^2\\ {}_2\end{matrix}\right\} 4SO^4 + 24H^2O.$$

$$\text{Марганцовые квасцы}\ \left.\begin{matrix}Mn^2\\ K^2\end{matrix}\right\} 4SO^2 + 24H^2O.$$

При нагрѣваніи закиси марганца вмѣсто кислорода на воздухѣ образуется окиселъ, $Mn^3O^4 = MnO + Mn^2O^3$; онъ представляетъ буро-красный порошокъ, который, въ кристаллическомъ видѣ образуетъ минералъ *гаусманитъ*.

Перекись марганца, MnO^2, представляетъ важнѣйшее, встрѣчающееся въ природѣ, соединеніе марганца и называется въ минералогіи *пиролюзитомъ*. Это соединеніе получаютъ въ видѣ чернаго содержащаго воду осадка, когда прибавляютъ къ раствору марганцовой соли щелочнаго раствора хлорноватистощелочной соли:

$$NaClO + 2NaHO + MnSO^4.$$
$$= NaCl + Na^2SO^4 + MnO^2 + H^2O.$$

При прокаливаніи, перекись марганца разлагается, выдѣляя кислородъ и образуя бурую окись:

$$3MnO^2 = Mn^3O^4 + O^2.$$

Встрѣчающаяся въ торговлѣ перекись марганца употребляется для приготовленія хлора и на стеклянныхъ заводахъ; она представляетъ смѣсь встрѣчающихся въ природѣ окисловъ марганца, которые всѣ, при нагрѣваніи съ соляной кислотой, освобождаютъ хлоръ; чѣмъ болѣе пиролюзита содержитъ продажная перекись марганца, тѣмъ она лучше, такъ-какъ при меньшемъ количествѣ изъ соляной кислоты образуется большее количество хлора, какъ показываютъ слѣдующія уравненія:

$$Mn^3O^4 + 8HCl = 4H^2O + 3MnCl^2 + Cl^2.$$
$$MnO^2 + 4HCl = 2H^2O + MnCl^2 + Cl^2.$$

Марганцовистая и марганцовая кислоты.

При прокаливаніи перекиси марганца съ ѣдкимъ кали при доступѣ воздуха получается сине-зеленая масса, которая съ небольшимъ количествомъ воды образуетъ темно-зеленый растворъ, изъ котораго выдѣляются при выпариваніи кристаллы марганцовистокаліевой соли, K^2MnO^4, которые изоморфны съ сѣрнокаліевою и хромовокаліевою солями. Въ свободномъ состояніи марганцовистая кислота неизвѣстна; при прибавленіи къ раствору марганцовистокаліевой соли какой-либо кислоты, жидкость становится пурпурово-красною и выдѣляетъ перекись марганца; то же самое происходитъ, когда зеленый растворъ сильно разводятъ водой; поэтому марганцовистокаліевую соль называли прежде минеральнымъ хамелеономъ. Красный растворъ содержитъ марганцовую кислоту и соль ея:

$$3K^2MnO^4 + 4HNO^3 = 2KMnO^4 + MnO^2 + 4KNO^3 + 2H^2O.$$

Марганцовокаліевая соль, $KMnO^4$, кристаллизуется въ темно-красныхъ блестящихъ кристаллахъ, которые изоморфны съ хлорнокаліевою солью. Если марганцовокаліевую соль смѣшивать съ сильно охлажденной сѣрной кислотой, то получится темно-зеленая тяжелая жидкость, состоящая изъ семиокиси марганца, Mn^2O^7; она быстро разлагается при нагрѣваніи, освобождая кислородъ; этотъ кислородъ содержитъ много озона и, слѣдовательно, можно быстро доставлять

озонъ въ воздухъ, если смѣшать въ сосудѣ сѣрную кислоту и марганцовокаліевую соль.

Марганцовистыя и марганцовыя соединенія быстро отдаютъ часть своего кислорода легко окисляющемуся тѣлу и употребляются для разрушенія органической разлагающейся матеріи и какъ окисляющее средство въ лабораторіяхъ.

Присутствіе маргацоваго соединенія легко показать, если оно находится даже только въ едва замѣтномъ количествѣ, при сплавленіи изслѣдуемаго вещества съ ѣдкимъ кали и селитрой; при малѣйшемъ количествѣ марганца, расплавленная масса принимаетъ зеленый цвѣтъ.

Желѣзо,

Атомный вѣсъ 56 = Fe.

Желѣзо есть самый важный изъ всѣхъ металловъ; оно находится на земной поверхности очень рѣдко въ чистомъ видѣ и то только въ метеорическихъ камняхъ, которые по временамъ падаютъ изъ пространства вселенной на нашу землю. Добываніе желѣза изъ его рудъ соединено съ нѣкоторымъ затрудненіемъ и требуетъ умѣнья и опытности, которыхъ прежнія поколѣнія не имѣли. Въ прежніе вѣка желѣзные инструменты замѣняли бронзовыми и каменными орудіями. Желѣзо употребляется въ техникѣ въ трехъ различныхъ формахъ; онѣ отличаются какъ своими свойствами, такъ и своимъ химическимъ составомъ. *Кузнечное* или *полосовое желѣзо* представляетъ почти чистое желѣзо съ незначительнымъ количествомъ углерода; *чугунъ* есть соединеніе желѣза съ перемѣнными количествами углерода и кремнія; сталь заключаетъ въ себѣ менѣе углерода, чѣмъ чугунъ. Чистое желѣзо получаютъ въ формѣ порошка нагрѣваніемъ окисла въ струѣ водорода; оно можетъ сохраняться въ атмосферѣ водорода; на воздухѣ же оно быстро накаливается и сгараетъ въ окись. Его получаютъ также въ кускахъ, пропуская водородъ черезъ нагрѣтое азотистое желѣзо, Fe^2N, причемъ отдѣляется амміакъ, или подвергая весьма высокой температурѣ самое чистое кузнечное желѣзо въ видѣ, напр., тонкой фортепіанной проволоки, въ смѣси съ окисью желѣза въ закрытомъ тиглѣ. Окись отнимаетъ содержащіяся въ металлѣ примѣси и въ тиглѣ остается полурасплавленный кусокъ чистаго желѣза. Удѣльный вѣсъ его = 7,8, цвѣтъ его свѣтлый, почти серебряно-бѣлый; оно мягко и притомъ очень тягуче, такъ что проволока въ 2 миллиметра толщины перерывается только при отягощеніи въ 250 кило. Чистый металлъ кристаллизуется въ кубахъ; если хорошее кузнечное желѣзо ковать одинаково по всѣмъ направленіямъ, то оно обнаруживаетъ зернистый кристаллическій изломъ; раскатанное въ полосы, оно становится волокнистымъ и зубчатымъ къ изломѣ; чѣмъ совершеннѣе волокнистое строеніе мягкаго желѣза, тѣмъ оно болѣе тягуче и болѣе примѣнимо для техническихъ цѣлей. При очень продолжительныхъ сотрясеніяхъ, тягучее волокнистое желѣзо превращается въ хрупкое и кристаллическое; внезапный переломъ осей у вагоновъ желѣзной дороги, отчего было уже нѣсколько несчастныхъ случаевъ, основывается на этомъ измѣненіи. Чистое и мягкое желѣзо плавятся только при температурѣ выше 1500°, но прежде плавленія они становятся мягкими и можетъ легко обработываться молотомъ и свариваться, т. е. два куска желѣза, имѣющіе неокисленныя поверхности, могутъ сковываться въ одинъ кусокъ. Желѣзо сильно притягивается магнитомъ; при накаливаніи оно теряетъ это свойство, но снова пріобрѣтаетъ его при охлажденіи. Въ прикосновеніи съ магнитомъ желѣзо само намагничивается; чистый металлъ теряетъ это свойство, какъ скоро удаляется отъ магнита; но желѣзо, содержащее уголь, остается магнитомъ и можетъ быть натираніемъ другимъ магнитомъ превращено въ сильный магнитъ. Между соединеніями желѣза магнитный желѣзнякъ и магнитный колчеданъ отличаются сильнымъ магнетизмомъ. Въ кускахъ оно не окисляется въ совершенно сухомъ воздухѣ при обыкновенной температурѣ и сохраняетъ свой металлическій блескъ; оно также не измѣняется въ чистой водѣ; но въ водѣ, содержащей угольную кислоту и подвергнутой вліянію воздуха, оно быстро окисляется и покрывается на влажномъ воздухѣ слоемъ ржавчины или водной окиси желѣза. Желѣзо, нагрѣваемое на воздухѣ, покрывается слоемъ чернаго окисла (кузнечная окалина); это соединеніе получается при сжиганіи желѣза въ кислородѣ и при пропусканіи черезъ раскаленное желѣзо водянаго пара; вода разлагается при этомъ, выдѣляя водородъ.

Желѣзо образуетъ два основныхъ окисла. Одноокиси или желѣзистой окиси, FeO, называемой также закисью, соотвѣтствуетъ рядъ солей, окрашенныхъ въ бѣлый или зеленый цвѣтъ, въ которыхъ желѣзо является какъ двуатомный элементъ (соли закиси); въ полуторной окиси желѣза или желѣзной окиси, Fe^2O^3, и соотвѣтствующихъ ей соляхъ, имѣющихъ бурый или желтый цвѣтъ, содержится 2 атома желѣза, которые замѣщаютъ 6 атомовъ водорода (соли окиси). Соединенія желѣза, со-

держащія одинъ двуатомный атомъ желѣза, называются *желѣзистыми соединеніями*; тѣ же соединенія, въ которыхъ заключаются 2 атома желѣза съ 6-ью единицами сродства, называются *желѣзными соединеніями*. Черный окиселъ есть соединеніе обоихъ окисловъ, $F^3O^4 = FeO + Fe^2O^3$; оно не даетъ съ кислотами никакой особенной соли, но представляетъ смѣсь желѣзныхъ и желѣзистыхъ соединеній.

1. Желѣзистыя соединенія.

Окиселъ, FeO, который называется также закисью желѣза, мало извѣстенъ въ чистомъ состояніи, такъ-какъ онъ жадно поглощаетъ кислородъ и при этомъ переходитъ въ высшую степень окисленія. При прибавленіи щелочи къ раствору какой-либо желѣзистой соли, получаютъ бѣлый осадокъ желѣзистаго гидрата, FeH^2O^2; его можно получить въ чистомъ видѣ тогда только, когда кислородъ совершенно не имѣетъ доступа; на воздухѣ онъ быстро окрашивается, сначала въ зеленый, потомъ въ черный цвѣтъ и переходитъ, наконецъ, въ бурую желѣзную водную окись. Закись желѣса окрашиваетъ стекло въ зеленый цвѣтъ, и служитъ причиной зеленаго окрашиванія обыкновенныхъ бутылокъ.

Сѣрножелѣзистая соль является въ свѣтло-зеленыхъ одноклиномѣрныхъ кристаллахъ, содержащихъ воду, $FeSO^4 + 7H^2O$; она есть важнѣйшая изъ солей желѣза и употребляется въ большихъ размѣрахъ, подъ именемъ *желѣзнаго купороса*, для приготовленія чернилъ и въ красильномъ искусствѣ для произведенія чернаго или фіолетоваго цвѣтовъ. Ее получаютъ, растворяя желѣзные обломки въ разведенной сѣрной кислотѣ:

$$Fe + H^2SO^4 = FeSO^4 + H^2,$$

или при медленномъ окисленіи на воздухѣ обожженнаго желѣзнаго колчедана (FeS^2); желѣзный колчеданъ при обжиганіи теряетъ половину сѣры, сѣрнистое соединеніе желѣза принимаетъ, въ присутствіи воды, кислородъ и превращается въ желѣзный купоросъ, который получаютъ въ кристаллахъ, выщелачивая массу водой и выпаривая растворъ. При нагрѣваніи желѣзный купоросъ теряетъ 6 атомовъ воды и превращается въ бѣловатый порошокъ, $FeSO^4 + H^2O$. Это соединеніе въ растворенномъ видѣ, какъ и всѣ желѣзистыя соли, принимаетъ изъ воздуха кислородъ и превращается въ желѣзное соединеніе.

Двухлористое желѣзо или просто *хлористое желѣзо*, $FeCl^2$, получается пропусканіемъ сухаго хлористаго водорода черезъ нагрѣтыя желѣзныя опилки въ видѣ бѣлой летучей массы; при слабомъ прокаливаніи его въ струѣ амміака улетучиваются нашатырь, водородъ и азотъ, и остается хрупкая металлически-блестящая масса азотистаго желѣза, Fe^2N. При раствореніи желѣза въ соляной кислотѣ и выпариваніи раствора, получаютъ зеленые кристаллы содержащаго воду хлористаго желѣза, $FeCl^2 + 4H^2O$.

Углежелѣзистая соль, $FeCO^3$, образуетъ, подъ именемъ *желѣзнаго шпата*, извѣстную и важную руду, которая изоморфна съ известковымъ шпатомъ и состоитъ обыкновенно изъ смѣси изоморфныхъ углекислыхъ солей желѣза, магнія, марганца и кальція. Смѣшанная съ глиной, она находится, именно въ Англіи, въ огромныхъ массахъ въ каменноугольныхъ формаціяхъ и употребляется въ большихъ количествахъ, подъ именемъ глинянаго желѣзняка для добыванія желѣза. Углежелѣзистая соль отчасти растворима въ водѣ, содержащей угольную кислоту, и находится въ этомъ видѣ въ нѣкоторыхъ минеральныхъ источникахъ, въ такъ-называемыхъ стальныхъ водахъ.

Односѣрнистое желѣзо или просто *сѣрнистое желѣзо*, FeS, получается нагрѣваніемъ желѣза съ сѣрой въ видѣ чернаго пористаго тѣла, которое плавится при высшей температурѣ, и при охлажденіи отвердѣваетъ въ кристаллическую металлически-блестящую массу. Это соединеніе находитъ частое примѣненіе въ лабораторіи при добываніи сѣроводорода. Желѣзный колчеданъ, столь часто встрѣчающійся въ видѣ минерала, имѣетъ формулу FeS^2; онъ встрѣчается въ кристаллахъ правильной системы и имѣетъ латунно-желтый цвѣтъ. Его употребляютъ въ большомъ количествѣ при фабрикаціи сѣрной кислоты.

2. Желѣзныя соединенія.

Желѣзная окись или полутороокись, Fe^2O^3, находится въ видѣ минерала, который называется краснымъ желѣзнякомъ и представляетъ одну изъ важнѣйшихъ желѣзныхъ рудъ. Она встрѣчается часто въ видѣ металлически-блестящихъ темно-сѣрыхъ кристаллахъ *желѣзнаго блеска*. Растертая въ порошокъ, она имѣетъ красный цвѣтъ; добытая искусственно прокаливаніемъ желѣзнаго купороса, она употребляется какъ красная краска и для полировки металловъ и стекла. При прибавленіи къ раствору какой либо желѣзной соли раствора, амміака или ѣдкаго кали, получается объемистый бурый осадокъ водной желѣзной окиси или гидрата окиси желѣза, $\left.\begin{matrix}\overset{VI}{Fe^2}\\ H^6\end{matrix}\right\}O^6$.

Бурый желѣзнякъ, весьма важная желѣзная руда, имѣетъ составъ $\left.\begin{matrix}Fe^4\\H^6\end{matrix}\right\}O^9$; подобное же соединеніе представляетъ желѣзная ржавчина; всѣ эти водныя окиси выдѣляютъ при нагрѣваніи воду и превращаются въ желѣзную окись.

Треххлористое желѣзо или *двутреххлористое желѣзо*, Fe^2Cl^6, образуетъ въ безводномъ состояніи блестящія, буро-красныя кристаллическія пластинки; его получаютъ нагрѣваніемъ желѣза въ сухомъ хлорномъ газѣ; оно расплывается на воздухѣ и образуетъ бурый растворъ. Въ растворѣ это соединеніе всего лучше получается пропусканіемъ хлорнаго газа въ растворъ хлористаго желѣза. Желѣзистыя соединенія съ окисляющими тѣлами легко переходятъ въ желѣзныя; послѣднія, посредствомъ раскисляющихъ веществъ. переводятся въ желѣзистыя соединенія. Если, напр., пропускать сѣрнистый водородъ въ двутреххлористое желѣзо, то оно обезцвѣчивается, и жидкость мутится отъ выдѣляющейся сѣры:

$$Fe^2Cl^6 + H^2S = 2FeCl^2 + 2HCl + S.$$

Желѣзистыя соли въ кристаллическомъ состояніи обладаютъ зеленымъ цвѣтомъ и даютъ зеленоватые или безцвѣтные растворы. Въ безводномъ состояніи онѣ бѣлы. Растворы ихъ даютъ со щелочами бѣлые осадки, которые на воздухѣ быстро бурѣютъ. Желѣзистосинеродистый калій производитъ въ нихъ бѣлый или свѣтло-голубой осадокъ, окрашивающійся на воздухѣ, вслѣдствіе окисленія, въ темно-синій цвѣтъ. Красно-бурыя или желтыя желѣзныя соли съ желѣзистосинеродистымъ каліемъ даютъ прямо темно-синіе осадки (берлинская лазурь), и щелочи осаждаютъ изъ ихъ растворовъ красно-бурую водную окись желѣза.

Черная или *магнитная окись желѣза* встрѣчается въ природѣ въ видѣ правильныхъ октаэдровъ и называется въ минералогіи *магнитнымъ желѣзнякомъ*. Въ Швеціи, Норвегіи и Россіи она встрѣчается въ огромныхъ массахъ и даетъ превосходное желѣзо. Если прибавить щелочи къ смѣси желѣзистой и желѣзной соли, то эта окись получается въ видѣ чернаго осадка. Соотвѣтствующее сѣрнистое соединеніе Fe^3S^4 тоже обладаетъ магнитными свойствами и въ минералогіи называется *магнитнымъ колчеданомъ*.

Желѣзная кислота. Каліевая соль этой кислоты K^2FeO^4 получается при нагрѣваніи окиси желѣза съ селитрою въ видѣ темно-красной массы, которая растворяется въ водѣ съ краснымъ цвѣтомъ. Самую кислоту получить не удается, потому что по прибавленіи кислоты къ

желѣзнокаліевой соли, выдѣляется кислородъ и осаждается водная окись желѣза:

$$2K^2FeO^4 + 4NHO^3 + H^2O = 4KNO^3 + Fe^2H^6O^6 + O^3.$$

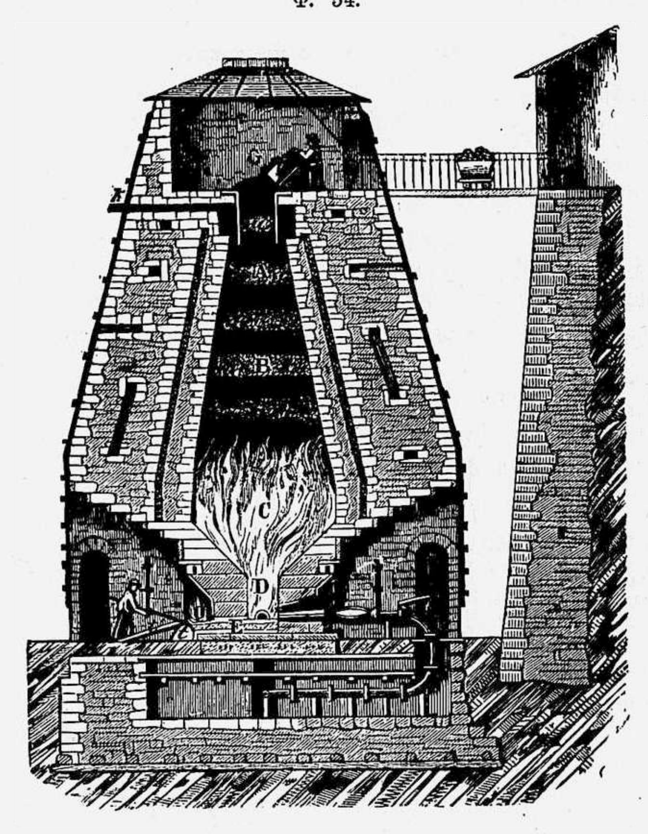
Металлургія желѣза.

Древнѣйшій способъ выдѣленія желѣза изъ рудъ состоялъ въ томъ, что руду смѣшивали съ древеснымъ, или каменнымъ углемъ, нагрѣвали въ горнѣ, и изъ полученной пористой массы, выковывали желѣзо. Но этотъ способъ приложимъ только въ небольшихъ размѣрахъ и къ рудамъ богатымъ по содержанію въ нихъ желѣза; онъ уже давно замѣненъ другимъ, болѣе сложнымъ, способомъ имѣющимъ преимущество въ томъ отношеніи, что прилагается ко всякому роду желѣзныхъ рудъ. Сначала приготовляютъ чугунъ, а изъ него, для приведенія его въ ковкое состояніе, выдѣляютъ углеродъ и кремній. Руду сначала обжигаютъ для приведенія въ хрупкое состояніе. Желѣзный шпатъ и бурый желѣзнякъ превращаются при этомъ въ полуторную окись желѣза; затѣмъ руду смѣшиваютъ съ древеснымъ или каменнымъ углемъ, или коксомъ, и съ такъ называемыми плавнями, и засыпаютъ ее въ шахтенную печь. Плавни выбираются по роду руды. Если руда богата содержаніемъ кремнеземистыхъ соединеній, какъ напр. глины, то прибавляютъ известковаго камня; если она ими бѣдна, то прибавляютъ глины или песку. Доменная печь (Фиг. 54) состоитъ изъ шахты, имѣющей форму двойнаго конуса и выстроенной изъ песчаника и огнепостоянныхъ кирпичей; высота ея отъ 10—15 метровъ (5—7 саженъ), а діаметръ въ самомъ широкомъ мѣстѣ отъ 4—6 метровъ. Внизу печь закрыта, а воздухъ необходимый для горѣнія, вгоняется мѣхами чрезъ особыя отверзтія. Смѣсь руды, угля и плавня вносится въ шахту чрезъ верхнее ея отверзтіе, называемое колошникомъ, и по мѣрѣ того, какъ горящая масса опускается, смѣсь засыпаютъ снова. Расплавленный чугунъ выпускаютъ снизу, такъ что печь можетъ непрерывно дѣйствовать нѣсколько лѣтъ. Нижняя часть печи называется горномъ. Въ немъ собираются шлаки и расплавленный металлъ, который отъ времени до времени выпускается чрезъ особенное отверзтіе въ песчаныя формы. Чрезъ верхнее отверзтіе горна выпускаютъ болѣе легкіе шлаки, которые поэтому плаваютъ надъ металломъ.

Первое химическое измѣненіе, которое испытываетъ обожженная руда или нечистая окись желѣза при прохожденіи чрезъ шахту, состоитъ въ томъ, что окись углерода, образующаяся въ нижнихъ го-

рящихъ слояхъ угля, возстановляетъ ее въ пористую массу металлическаго желѣза; температура въ этой части печи недостаточно высо-

Ф. 54.



ка для расплавленія желѣза. Между тѣмъ вся масса мало-по-малу опускается въ болѣе жаркую часть печи, гдѣ происходитъ другое химическое измѣненіе ея. Желѣзо, вслѣдствіе соединенія съ углеродомъ, превращается въ чугунъ, который плавится легче чистаго желѣза, а изъ плавня и примѣсей руды образуется плавкое известково-глиноземное кремнеземистое соединеніе, такъ называемый шлакъ, который, покрывая металлъ, защищаетъ его отъ окисляющаго дѣйствія вдуваемаго воздуха. Оба втекаютъ въ наиболѣе сильно нагрѣтую часть печи; здѣсь расплавленный металлъ возстановляетъ изъ шлака нѣсколько кремнія и соединяется съ нимъ.

Чугунъ не представляетъ постояннаго соединенія желѣза съ кремніемъ и углеродомъ, но содержитъ ихъ въ количествахъ измѣ-

няющихся, смотря по обстоятельствамъ, при которыхъ онъ образовался. Зеркальный чугунъ весьма твердъ и хрупокъ; онъ обладаетъ серебристымъ цвѣтомъ и листоватымъ кристаллическимъ изломомъ; составъ его, если не принять въ разсчетъ небольшаго количества кремнія, весьма близко подходитъ къ формулѣ Fe^4C. Обыкновенный бѣлый чугунъ содержитъ нѣсколько менѣе углерода; онъ мягче и имѣетъ зернистый изломъ. Сѣрый чугунъ содержитъ, кромѣ химически соединеннаго углерода, еще уголь въ видѣ вкрапленныхъ графитовыхъ пластинокъ, отчего и происходитъ его сѣрый цвѣтъ. Онъ мягче двухъ первыхъ сортовъ чугуна и употребляется на приготовленіе чугунныхъ издѣлій, тогда какъ первые два сорта идутъ на выдѣлку изъ нихъ желѣза и стали. Большинство сортовъ чугуна содержитъ фосфоръ и сѣру; ихъ можно разсматривать какъ примѣси.

Чтобы выдѣлить изъ чугуна большую часть углерода, кремнія, сѣры и фосфора, и тѣмъ превратить его въ мягкое желѣзо, подвергаютъ расплавленный чугунъ въ отражательныхъ или пламенныхъ (способъ пудлингованія) печахъ дѣйствію струи воздуха. Расплавленная масса покрывается при этомъ вскорѣ слоемъ окиси; ее переворачиваютъ и перемѣшиваютъ желѣзными шестами; она дѣлается все гуще и, наконецъ, собирается въ комокъ, называемый крицею. Впродолженіи этого процесса углеродъ выдѣляется въ видѣ окиси углерода. Кремній окисляется въ кремневую кислоту, соединяющуюся съ окисью желѣза въ шлакъ; сѣра и фосфоръ также окисляются. Крица вынимается изъ печи щипцами, и обработывается далѣе посредствомъ молота, или плющильной машины, въ листы, или полосы. Сталь, по содержанію въ ней углерода, занимаетъ средину между чугуномъ и мягкимъ желѣзомъ. Для ея приготовленія употребляютъ хорошее полосовое желѣзо, свободное отъ кремнія, фосфора и сѣры. Его, въ небольшихъ кускахъ, долгое время нагрѣваютъ съ угольнымъ порошкомъ до краснаго каленія; при этомъ уголь соединяется съ желѣзомъ. Такимъ образомъ получаютъ *цементованную сталь*. Она на поверхности содержитъ болѣе углерода, чѣмъ внутри. Чтобы эту сталь сдѣлать однородною, ее или многократно проковываютъ (кованая сталь), или сплавляютъ (литая сталь).

Въ новѣйшее время литую сталь приготовляютъ прямо изъ чугуна по способу Бессемера. Этотъ способъ, названный по имени изобрѣтателя бессемерованіемъ, состоитъ въ томъ, что въ расплавленный чугунъ помѣщенный въ особыхъ большихъ грушевидныхъ сосудахъ, приготовленныхъ изъ огнепостоянной глины и же-

лѣза, пропускаютъ сильный токъ воздуха, причемъ углеродъ и кремній окисляются и получается мягкое желѣзо, которое превращается въ сталь прибавленіемъ чугуна. Количество чугуна должно быть именно такимъ, чтобы углерода къ желѣзу было прибавлено столько, сколько требуется для превращенія его въ сталь. По этому способу можно превратить 6,000 килограммовъ чугуна въ сталь, впродолженіи 20 минутъ. Бессемеровская сталь приготовляется теперь въ большихъ размѣрахъ и употребляется для осей вагоновъ, шинъ, паровыхъ котловъ, такъ что вытѣсняетъ изъ употребленія мягкое желѣзо, передъ которымъ она для этихъ цѣлей имѣетъ многія преимущества; можно предвидѣть, что, вслѣдствіе изобрѣтенія столь легкаго способа приготовленія стали, прежнее производство желѣза потерпитъ переворотъ. Сталь содержитъ 1 до 2 проц. углерода. Сложеніе ея мелкозернистое, въ чемъ она отличается отъ желѣза. Она плавится легче, лучше обработывается молотомъ, и ржавѣетъ труднѣе желѣза. Если раскаленную сталь быстро охладить погруженіемъ въ холодную воду, то она дѣлается хрупка и тверда до того, что чертитъ стекло. Новымъ накаливаніемъ и медленнымъ охлажденіемъ ей можно возвратить ея прежнюю мягкость и упругость, и тѣмъ въ высшей степени, чѣмъ сильнѣе она была накалена. Видоизмѣняя надлежащимъ образомъ условія нагрѣванія и охлажденія, можно получить сталь какой угодно твердости или мягкости. Эти свойства вмѣстѣ съ ея плавкостью и сваримостью объясняютъ ея многостороннее примѣненіе къ самымъ разнообразнымъ цѣлямъ.

Кобальтъ.

Вѣсъ атома 58,7 = Co.

Кобальтъ представляетъ металлъ розовато-бѣлаго цвѣта, весьма ковкій, столь же трудноплавкій какъ желѣзо, и подобно послѣднему притягиваемый магнитомъ. Въ чистомъ видѣ онъ не встрѣчается въ природѣ; въ соединеніи съ мышьякомъ онъ образуетъ шпейсовый кобальтъ или мышьяковистый кобальтъ, а въ соединеніи съ мышьякомъ и сѣрою кобальтовый блескъ. Удѣльный вѣсъ металла = 8,5. Въ соляной и слабой сѣрной онъ немедленно растворяется, съ выдѣленіемъ водорода. Кобальтовыя соединенія окрашены яркими цвѣтами, и потому употребляются какъ краски. Стекло окрашивается ими въ превосходный голубой цвѣтъ. Прежде такое стекло приготовлялось въ

большихъ размѣрахъ, и мелкое, измолотое, употреблялось для многихъ цѣлей; оно называется шмальтою; теперь шмальта почти совершенно вытѣснена изъ употребленія ультрамариномъ. Кобальтъ въ различныхъ пропорціяхъ соединяется съ кислородомъ. Одноокись кобальта, CoO, есть сильное основаніе и образуетъ рядъ солей, которыя въ водномъ состояніи окрашены въ темно-розовый цвѣтъ, а въ безводномъ въ синій. Ѣдкое кали осаждаетъ изъ ихъ растворовъ водную одноокись кобальта, CoH^2O^2, которая, нагрѣтая безъ доступа воздуха, распадается на воду и бурую одноокись.

Хлористый кобальтъ, $CoCl^2$, получается раствореніемъ металла или одноокиси въ соляной кислотѣ; при выпариваніи, растворъ даетъ красные кристаллы состава, $CoCl^2 + 6H^2O$; при сильномъ нагрѣваніи образуется безводное соединеніе въ голубыхъ кристаллахъ.

Азотнокобальтовая, $Co(NO^3)^2$, и *сѣрнокобальтовая*, $CoSO^4$, *соли* равнымъ образомъ легко растворимы въ водѣ. Послѣдняя кристаллизуется съ 7-ью частицами воды и изоморфна съ сѣрномагнезіальною солью. При прибавленіи къ кобальтовой соли сѣрнистаго аммонія, происходитъ черный осадокъ сѣрнистаго кобальта, CoS, который не разлагается слабою соляною кислотою. Если одноокись прокаливать на воздухѣ, то она соединяется съ кислородомъ и образуетъ соединеніе Co^3O^4, аналогичное съ магнитною окисью желѣза.

Полуторная окись кобальта получается въ видѣ чернаго воднаго осадка, если смѣшать растворъ кобальтовой соли съ бѣлильною известью. Она не имѣетъ основныхъ свойствъ. Въ соляной кислотѣ она растворяется, образуя хлористый кобальтъ и выдѣляя хлоръ. Окись кобальта, нагрѣтая съ ѣдкимъ кали при доступѣ воздуха, растворяется въ немъ съ темнымъ цвѣтомъ; при этомъ образуется калійная соль кобальтовой кислоты, составъ которой еще окончательно не установленъ.

Кобальтовыя соединенія отличаются свойствомъ, при сплавленіи даже въ самыхъ незначительныхъ количествахъ со стекломъ окрашивать его въ темно-синій цвѣтъ. Такое же окрашиваніе они сообщаютъ бурѣ при сплавленіи ея на платиновой проволокѣ.

Никкель.

Вѣсъ атома 58,7 = Ni.

Подъ названіемъ купферъ-никкеля онъ встрѣчается въ соединеніи

съ мышьякомъ, а подъ названіемъ никкелеваго блеска въ соединеніи съ мышьякомъ и сѣрою.

Никкель попадается также и въ нѣкоторыхъ другихъ минералахъ, и бываетъ постояннымъ спутникомъ кобальта въ метеорномъ желѣзѣ. Въ чистомъ видѣ металлъ получаютъ возстановленіемъ окиси посредствомъ угля; въ большихъ размѣрахъ его добываютъ для приготовленія нейзильбера—сплава изъ никкеля, цинка и мѣди. Никкель представляетъ бѣлый, ломкій и удобно вытягиваемый въ проволоку металлъ; удѣльный вѣсъ его равенъ 8,8; плавится онъ при температурѣ нѣсколько низшей, чѣмъ желѣзо, и обладаетъ сильными магнитными свойствами. Онъ образуетъ окислы аналогичные окисламъ кобальта.

Одноокись никкеля, NiO, получается нагрѣваніемъ азотной или углекислой соли или прокаливаніемъ безъ доступа воздуха водной окиси никкеля, NiH^2O^2, которая получается въ видѣ яблочно-зеленаго осадка, при приливаніи ѣдкаго кали къ раствору соли никкеля.

Сѣрнониккелевая соль, $NiSO^4 + 7H^2O$, образуетъ зеленые кристаллы, изоморфные съ кристаллами сѣрнокобальтовой соли и соединяется, подобно ей, съ сѣрнощелочными солями и съ сѣрномагнезіальною солью въ хорошо кристаллизующіяся двойныя соли, содержащія 6 частицъ кристаллизаціонной воды.

Полуторная окись никкеля, Ni^2O^3, *и сѣрнистый никкель*, весьма сходны съ сооотвѣтствующими соединеніями кобальта и приготовляются подобно послѣднимъ. Главное различіе между кобальтомъ и никкелемъ состоитъ въ томъ, что соединенія никкеля окрашиваютъ буру, при сплавленіи съ нею, въ желтовато-красный цвѣтъ, и что соли его окрашены въ водномъ состояніи въ зеленый, а въ безводномъ въ желтый цвѣтъ.

Хромъ.

Вѣсъ атома 56,5 = Cr.

Соединенія этого металла мало распространены и не встрѣчаются въ большихъ количествахъ. Главнѣйшая руда—это хромистый желѣзнякъ, Cr^2FeO^4, изоморфный съ магнитнымъ желѣзнякомъ, и встрѣчающійся на Уралѣ, въ Америкѣ, Норвегіи и на Шотландскихъ островахъ; рѣже попадается красная свинцовая руда, $PbCrO^4$.

Соединенія хрома окрашены и многія изъ нихъ употребляются въ красильномъ искусствѣ (χρῶμα, краска). Самый металлъ получается

въ видѣ кристаллическаго порошка при нагрѣваніи хлористаго хрома съ натріемъ. Онъ принадлежитъ къ числу наиболѣе трудноплавкихъ веществъ и не плавится даже при температурѣ плавленія и улетучиванія платины. Съ кислородомъ онъ соединяется въ нѣсколькихъ пропорціяхъ. Два низшихъ окисла, одноокись, CrO, и полуторная окись, Cr^2O^3, суть основанія, соотвѣтствующія окисямъ желѣза и подобно имъ дающія соединеніе $Cr^3O^4 = CrOCr^2O^3$, аналогичное магнитной окиси желѣза. Трiокись хрома, CrO^3, растворяется въ водѣ, образуя сильно кислую жидкость.

1. Хромистыя соединенія.

Эти соединенія, аналогичныя желѣзистымъ соединеніямъ, мало изслѣдованы, потому что они быстро соединяются съ кислородомъ, образуя хромныя соединенія.

Хлористый хромъ, $CrCl^2$, представляетъ бѣлую соль, растворяющуюся въ водѣ въ голубую жидкость; изъ этого раствора ѣдкое кали осаждаетъ бурую водную хромистую закись CrH^2O^2; закись CrO еще не получена.

2. Хромныя соединенія.

Изъ раствора соли полуторной окиси хрома, амміакъ осаждаетъ зеленую водную полуторную окись хрома, $Cr^2H^6O^6$; или водную хромовую окись, которая при нагрѣваніи, теряя воду, переходитъ въ полуторную окись хрома Cr^2O^3. Она представляетъ зеленый порошокъ, употребляющійся для окрашиванія стекла и фарфора въ зеленый цвѣтъ. Она же заключается въ смарагдѣ и сообщаетъ этому минералу прекрасный зеленый цвѣтъ. Ее получаютъ тоже въ видѣ порошка прекраснаго зеленаго цвѣта, при прокаливаніи тріокиси бора съ двухромокалійною солью, и выщелачиваніи затѣмъ массы водою. Этотъ порошокъ имѣетъ составъ $H^4Cr^4O^5$, извѣстенъ подъ названіемъ гюинетской зелени (Guignetsgrun), и вытѣсняетъ изъ употребленія ядовитую швейнфуртскую зелень.

Соли полуторной окиси хрома имѣютъ зеленый цвѣтъ, но встрѣчаются и въ фіолетовомъ видоизмѣненіи. Если растворить водную полуторную окись хрома въ соляной кислотѣ, то получается растворъ темно-зеленаго цвѣта, который, при выпариваніи, даетъ Cr^2Cl^6; это соединеніе заключаетъ въ себѣ еще воду и легко въ ней растворимо. Если пропускать хлоръ чрезъ накаленную смѣсь угля и полуторной окиси хрома, то получается возгонъ состава Cr^2Cl^6, образующій бле-

стящіе, фіолетовые, листоватые кристаллы; они весьма трудно растворяются въ водѣ; въ присутствіи же хлористаго хрома, $CrCl^2$, раствореніе идетъ весьма легко. Хромовые квасцы, $\left.\begin{matrix}Cr^2\\K^2\end{matrix}\right\} 4SO^4 + 24H^2O$, образуютъ темно-фіолетовые кристаллы; это соединеніе получается при пропусканіи двуокиси сѣры въ растворъ двухромокалійной соли, къ которому прибавлено нѣсколько сѣрной кислоты:

$$K^2Cr^2O^7 + H^2SO^4 + 3SO^2 = \left.\begin{matrix}Cr^2\\K^2\end{matrix}\right\} 4SO^4 + H^2O.$$

3. Хромовая кислота.

Если сплавить хромовое соединеніе съ содой и селитрой, то оно окисляется и желтая сплавленная масса содержитъ хромокаліевую соль K^2CrO^4; подобнымъ образомъ обработывается хромистый желѣзнякъ, для приготовленія изъ него другихъ соединеній хрома. Желтая хромокаліевая соль изоморфна съ сѣрнокаліевою и марганцовистокаліевою солями. Если къ раствору ея прибавить столько сѣрной кислоты, сколько необходимо для образованія сѣрной соли изъ половины заключающагося въ ней калія, то получается желто-красный растворъ, изъ котораго, при выпариваніи осаждаются большіе красно-желтые кристаллы двухромокалійной соли, $K^2Cr^2O^7$; это соединеніе приготовляется фабричнымъ образомъ въ большихъ размѣрахъ и въ торговлѣ извѣстно подъ названіемъ краснаго хромкали или хромпика; оно употребляется для приготовленія хромовыхъ красокъ и другихъ хромовыхъ препаратовъ; если прибавить къ раствору этой соли триокиси хрома, то при выпариваніи получаются кристаллы трихромокаліевой соли, $K^2Cr^3O^{10}$. Строеніе этихъ солей выразится яснѣе посредствомъ слѣдующихъ формулъ:

$$\left.\begin{matrix}CrO^2\\K^2\end{matrix}\right\} O^2 \text{ хромокаліевая соль.}$$

$$\left.\begin{matrix}CrO^2\\CrO^2\\K^2\end{matrix}\right\} O^3 \text{ двухромокаліевая соль.}$$

$$\left.\begin{matrix}CrO^2\\CrO^2\\CrO^2\\K^2\end{matrix}\right\} O^4 \text{ трихромокаліевая соль.}$$

Если прибавить къ сгущенному раствору хромокаліевой соли избытокъ сѣрной кислоты, то выдѣлится триокись хрома, CrO^3, въ рубиново-красныхъ игольчатыхъ кристаллахъ. Триокись хрома весьма

растворима въ водѣ, и на воздухѣ расплывается; растворъ ея имѣетъ сильно кислую реакцію и содержитъ хромовую кислоту, CrH^2O^4, которая извѣстна только въ водномъ растворѣ. При выпариваніи раствора, вся вода выдѣляется и триокись хрома остается. Легко окисляющіяся тѣла возстановляютъ весьма легко это соединеніе въ полуторную окись хрома. Если приливать по каплямъ спиртъ на кристаллы триокиси, то спиртъ воспламеняется, а триокись возстановляется въ полуторную окись прекраснаго зеленаго цвѣта. Если кипятить растворъ триокиси хрома или двухромокалійной соли съ соляною кислотою, то происходитъ соединеніе Cr^2Cl^6, а хлоръ выдѣляется:

$$2CrO^3 + 12HCl = Cr^2Cl^6 + 6H^2O + 3Cl^2.$$

При нагрѣваніи триокиси хрома съ сѣрною кислотою, выдѣляется кислородъ:

$$2CrO^3 + 3H^2SO^4 = Cr^2(SO^4)^3 + 3O$$

При прибавленіи къ раствору хромовой соли раствора свинцовой соли, происходитъ осадокъ красиваго желтаго цвѣта, состоящій изъ хромосвинцовой соли, $PbCrO^4$, извѣстной въ красильномъ искусствѣ подъ названіемъ *хромовой желти*. Серебряныя соли осаждаются хромовыми солями съ темно-краснымъ цвѣтомъ, причемъ образуется нерастворимая хромосеребряная соль, Ag^2CrO^4. Соли барія производятъ свѣтло-желтый осадокъ, состоящій изъ хромобаріевой соли $BaCrO^4$.

Хлорокись хрома, CrO^2Cl^2. Это соединеніе, аналогичное хлорокиси сѣры, получается при перегонкѣ двухромокаліевой соли съ поваренною солью и сѣрною кислотою; она представляетъ темнокрасную дымящуюся жидкость съ удѣльнымъ вѣсомъ 1,7. Кипитъ она при 121°, и плотность пара ея = 77,7 (H = 1). Водою она разлагается на триокись хрома и на соляную кислоту. Если растворить двухромокалійную соль въ теплой соляной кислотѣ, то при охлажденіи выдѣляются большіе, листоватые, красно-желтые кристаллы *хлорохромокаліевой соли*, $KClCrO^3$. Это соединеніе занимаетъ средину между хромовокаліевою солью и хлорокисью хрома:

$$CrO^2\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right. \text{ хлорокись хрома.}$$

$$CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\Cl\end{matrix}\right. \text{ хлорохромокаліевая соль.}$$

$$CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix}\right. \text{ хромокаліевая соль.}$$

Слабый растворъ триокиси хрома окрашивается при дѣйствіи на него перекиси водорода въ красивый голубой цвѣтъ. Растворъ вѣ-

роятно содержитъ кислоту съ большимъ, противъ хромовой, содержаніемъ кислорода. Растворъ этотъ весьма непостояненъ и по прошествіи короткаго времени разлагается съ выдѣленіемъ кислорода.

Хромовыя соединенія легко отличаются тѣмъ, что, при сплавленіи съ содою и селитрою, даютъ желтую массу, растворъ которой даетъ съ солями свинца желтые, а съ солями серебра красные осадки. Желтый цвѣтъ раствора переходитъ при дѣйствіи возстановляющихъ соединеній въ зеленый. Полуторная окись хрома (хромная окись) окрашиваетъ буру при сплавленіи съ нею въ смарагдово-зеленый цвѣтъ.

Уранъ.

Вѣсъ атома 120 = U.

Уранъ есть мало распространенное тѣло, встрѣчающееся въ природѣ по преимуществу въ двухъ минералахъ: въ *урановой смоляной рудѣ* U^3O^4, и въ *уранитѣ*. Самый металлъ сѣро-стальнаго цвѣта, съ удѣльнымъ вѣсомъ 18,4, не окисляется на сухомъ воздухѣ при обыкновенной температурѣ, а при сильномъ нагрѣваніи сгараетъ съ блескомъ. Онъ образуетъ окиси: одноокись UO, и полуторную окись U^2O^3; та и другая обладаютъ основными свойствами. Соли одноокиси окрашены въ зеленый цвѣтъ, а соединенія полуторной окиси въ желтый. Ѣдкое кали производитъ въ нихъ желтый осадокъ состава $K^2U^4O^7$; ѣдкій натръ и амміакъ производятъ подобные же осадки.

Полуторная окись относится, слѣдовательно, какъ ангидридъ слабой кислоты. Одноокись урана окрашиваетъ стекла и фарфоръ въ хорошій черный цвѣтъ. Полуторная окись урана сообщаетъ стеклу извѣстный красивый желто-зеленый цвѣтъ. Урановыя соединенія употребляются также и въ фотографіи.

Металлы группы олова.

Олово.	Торій.
Титанъ.	Танталъ.
Цирконій.	Ніобій.

Олово.

Вѣсъ атома 118 = Sn.

Олово извѣстно уже съ древнѣйшихъ временъ, хотя оно и не встрѣчается въ чистомъ видѣ, а руды его находятся только въ немногихъ мѣстахъ. *Оловянная руда*, или *оловянный камень*, попадается въ гранитѣ, именно въ Корнваллисѣ, въ Англіи; эти руды разрабатывались уже римлянами и финикіянами; кромѣ того на Малаккѣ, Борнео и въ Мексикѣ. Для добыванія металла, оловянный камень измельчаютъ, отмываютъ водою, чтобы удалить изъ него отмучиваніемъ болѣе легкую сопровождающую его породу, и выплавляютъ въ небольшихъ шахтенныхъ печахъ съ антрацитомъ или древеснымъ углемъ и небольшимъ количествомъ извести; возстановленный металлъ и шлакъ, состоящій изъ кремнеземистой извести, собираются на днѣ печи. Полученный такимъ образомъ металлъ нечистъ, но содержитъ по большей части въ примѣси нѣкоторые другіе металлы, отъ которыхъ его освобождаютъ медленно нагрѣвая до плавленія; легкоплавкое олово сливаютъ со сплава, имѣющаго болѣе высокую температуру плавленія. Англійское олово содержитъ слѣды мышьяка, мѣди и другихъ металловъ, а остъ-индское почти совершенно чисто. Олово обладаетъ бѣлымъ, какъ серебро, цвѣтомъ; оно мягко, тягуче, легко выковывается въ весьма тонкіе листы, но сцѣпленіе его не велико. Проволока въ 2 миллиметра діаметра разрывается отъ тяжести 16 килограммовъ. Удѣльный вѣсъ его 7,3; оно плавится при 235°; при весьма высокой температурѣ замѣтно не улетучивается. Палочка олова при сгибаніи издаетъ особый трескъ, происходящій отъ его кристаллическаго сложенія.

При обыкновенной температурѣ оно замѣтно не окисляется ни на сухомъ, ни на влажномъ воздухѣ; въ расплавленномъ состояніи оно покрывается пленкою окиси; будучи нагрѣто болѣе сильно, оно сгараетъ, превращаясь въ бѣлый порошокъ двуокиси олова. Въ соляной кислотѣ оно растворяется съ выдѣленіемъ водорода, образуя двухлористое олово; азотная кислота дѣйствуетъ на него сильно и окисляетъ его въ бѣлый порошокъ оловянной кислоты.

Одноокись олова или *закись олова*, SnO. Углещелочныя соли осаждаютъ изъ раствора хлористаго олова водную одноокись олова SnH^2O^2, бѣлаго цвѣта, углекислота при этомъ выдѣляется. Если ее нагрѣть въ атмосферѣ углекислоты, то она превращается съ поте-

рею воды въ черную одноокись олова, которая, при доступѣ воздуха, легко окисляется въ двуокись.

Двухлористое олово, $SnCl^2$, приготовляется въ большихъ размѣрахъ, раствореніемъ олова въ соляной кислотѣ. Оно образуетъ игольчатые, воду содержащіе кристаллы $SnCl^2 + 2H^2O$, и употребляется подъ именемъ оловянной соли въ красильномъ искусствѣ, какъ протрава.

Двуокись олова, SnO^2, встрѣчается въ видѣ оловяннаго камня и образуется, если нагрѣвать олово до высокой температуры на воздухѣ. Къ кислотамъ она относится какъ слабое основаніе. При окисленіи олова азотною кислотою, получается бѣлый порошокъ, H^2SnO^3, нерастворимый въ кислотахъ. Водная окись такого же состава осаждается при приливаніи амміака къ раствору четыреххлористаго олова; но полученная этимъ послѣднемъ путемъ, она легко растворима въ кислотахъ: слѣдовательно, это соединеніе существуетъ въ двухъ видоизмѣненіяхъ. Каждое изъ нихъ имѣетъ характеръ кислоты и даетъ два ряда солей. Видоизмѣненіе нерастворимое въ кислотахъ, называютъ *металлооловянною кислотою*, а растворимое въ кислотахъ — *оловянною кислотою*. Оловяннонатріевую соль приготовляютъ, сплавляя оловянный камень съ натровою селитрою, или нагрѣвая олово съ натровою селитрою и ѣдкимъ натромъ; въ торговлѣ эта соль называется *оловянно натровою солью* (Preparirsalz) и употребляется какъ протрава на ситцевыхъ фабрикахъ; выпариваніемъ воднаго раствора ее можно получить въ большихъ прозрачныхъ кристаллахъ, составъ которыхъ $Na^2SnO^3 + 4H^2O$.

Четыреххлористое олово *), $SnCl^4$, образуется при нагрѣваніи олова въ хлорѣ; она образуетъ безцвѣтную жидкость, кипящую при 120°, съ небольшимъ количествомъ воды соединяющуюся въ кристаллическій гидратъ, и растворяющуюся въ большомъ количествѣ воды въ прозрачную жидкость. Эта соль, равнымъ образомъ, имѣетъ приложеніе въ красильномъ искусствѣ, и для этой цѣли приготовляется раствореніемъ олова въ царской водкѣ.

Олово соединяется съ сѣрою, образуя два соединенія. Односѣрнистое олово, SnS, получается при пропусканіи сѣрнистаго водорода въ растворъ оловянной соли; двусѣрнистое олово, SnS^2, представляетъ желтый осадокъ, получающійся подобнымъ же образомъ изъ четыреххлористаго олова; сухимъ путемъ оно получается при возгонкѣ

*) Называется обыкновенно двухлористымъ или хлорнымъ оловомъ, а $SnCl^2$ однохлористымъ или простохлористымъ оловомъ.

смѣси оловянной амальгамы съ сѣрнымъ цвѣтомъ и нашатыремъ — въ видѣ золотисто-желтыхъ кристаллическихъ листочковъ; оно называется *муссивнымъ золотомъ* и употребляется для бронзировки.

Оловянныя соединенія могутъ быть узнаны по слѣдующимъ реакціямъ. Нагрѣтыя въ сухомъ состояніи въ возстановительномъ пламени на углѣ, они даютъ королёкъ металлическаго олова, который растворяется въ соляной кислотѣ. Этотъ растворъ, разбавленный небольшимъ количествомъ сулемы, даетъ бѣлый осадокъ, переходящій при нагрѣваніи въ черный, и содержащій металлическую ртуть:

$$HgCl^2 + SnCl^2 = Hg + SnCl^4.$$

Хлористое золото, $AuCl^3$, производитъ въ растворѣ двухлористаго олова пурпурный осадокъ, называемый кассіевымъ пурпуромъ; онъ употребляется при живописи на стеклѣ и фарфорѣ, какъ красная краска.

Такъ-какъ олово хорошо противостоитъ дѣйствію кислорода воздуха, то его употребляютъ для луженія мѣди и желѣза; оно образуетъ составную часть многихъ распространенныхъ сплавовъ, какъ напр.: бронзы, колокольнаго и пушечнаго металла, британскаго металла и другихъ.

Титанъ.

Вѣсъ атома 50 = Ti.

Титанъ принадлежитъ къ числу рѣдко встрѣчающихся элементовъ; въ химическихъ свойствахъ онъ сходенъ съ оловомъ и подобно ему попадается въ гранитныхъ породахъ, въ видѣ двуокиси титана, TiO^2, или *рутила*. Металлъ извѣстенъ только въ видѣ сыраго порошка; онъ имѣетъ свойство при высокой температурѣ прямо соединяться съ азотомъ. Въ шахтенныхъ печахъ для добыванія желѣза образуется часто кристаллизующееся въ кубахъ мѣдно-краснаго цвѣта соединеніе, которое долгое время считали за металлическій титанъ. Формула этого соединенія:

$$Ti(CN)^2 + 3Ti^3N^2.$$

Олово и титанъ элементы четырехатомные и образуютъ съ кремніемъ естественную группу, къ которой, по всей вѣроятности, принадлежитъ также *цирконій* и *торій*.

Танталъ и *ніобій*, оба принадлежатъ къ рѣдко встрѣчающимся простымъ тѣламъ, соединенія которыхъ мало изслѣдованы; они отличаются отъ металловъ предъидущей группы тѣмъ, что они пятиатомны.

---

*

Металлы группы вольфрама.

Молибденъ. Ванадій. Вольфрамъ.

Молибденъ.

Вѣсъ атома 96 = Mo.

Молибденъ главнымъ образомъ встрѣчается въ видѣ молибденоваго блеска, MoS^2, минерала, имѣющаго большое сходство съ графитомъ. При обжиганіи его на воздухѣ, онъ превращается, съ выдѣленіемъ двуокиси сѣры, въ MoO^3; это соединеніе есть бѣлый порошокъ, растворъ котораго въ амміакѣ, молибденовоамміачная соль, употребляется въ лабораторіяхъ для открытія и выдѣленія фосфорной кислоты, какъ объ томъ было упомянуто выше.

Ванадій весьма рѣдко встрѣчается; онъ заключается въ свинцово-ванадіевой рудѣ и въ маломъ количествѣ во многихъ желѣзныхъ рудахъ. Тріокись ванадія имѣетъ сходство съ соотвѣтствующимъ окисломъ хрома и образуетъ рядъ окрашенныхъ солей.

Вольфрамъ.

Вѣсъ атома 184 = W.

Этотъ металлъ довольно распространенъ и встрѣчается въ минералахъ: *вольфрамовой рудѣ*, $FeWO^3$, и *шеэлитѣ*, $CaWO^3$. Металлъ вольфрамъ былъ получаемъ до сихъ поръ только въ видѣ сѣраго порошка, съ удѣльнымъ вѣсомъ 17,4. Небольшое прибавленіе вольфрама къ стали увеличиваетъ ея твердость, и сообщаетъ ей другія полезныя качества. Вольфрамъ образуетъ двѣ окиси: двуокись вольфрама и тріокись. Послѣдняя представляетъ желтый порошокъ, нерастворимый въ водѣ и кислотахъ. Ее получаютъ, обработывая азотною кислотою известковую соль, встрѣчающуюся въ природѣ какъ минералъ. Натріевая соль называется въ торговлѣ вольфрамовокислымъ натромъ и употребляется для того, чтобы сдѣлать трудно-сгараемыми легкія ткани и одежды. Для этого ее смѣшиваютъ съ крахмаломъ, которымъ и накрахмаливаютъ ткань; обработанныя такимъ образомъ ткани не сгараютъ съ пламенемъ, а только сотлѣваютъ.

Металлы группы сурьмы.

Сурьма. Висмутъ.

Сурьма.

Вѣсъ атома 122 = Sb (Stibium).

Иногда сурьма встрѣчается въ природѣ въ металлическомъ видѣ; но чаще она попадается въ соединеніи съ сѣрою, Sb^2S^3, въ видѣ *сурьмянаго блеска*, или *сѣрой сурьмяной руды*; изъ этой руды ее добываютъ нагрѣвая ее съ половиннымъ количествомъ по вѣсу желѣза:

$$3Fe + Sb^2S^3 = 3FeS + Sb^2;$$

или руду обжигаютъ на воздухѣ и возстановляютъ полученную такимъ образомъ окись нагрѣваніемъ съ углемъ. Сурьма представляетъ блестящій, голубовато-бѣлый металлъ, кристаллизующійся въ ромбоэдрахъ изоморфныхъ съ кристаллами мышьяка. Она очень хрупка, такъ что ее легко можно растолочь въ ступкѣ въ порошокъ. Плавится она при 450°, въ бѣлокалильномъ жару улетучивается и при этой температурѣ въ струѣ водорода перегоняется. При обыкновенной температурѣ она на воздухѣ не окисляется, при температурѣ плавленія начинаетъ соединяться съ кислородомъ, а при болѣе сильномъ жарѣ горитъ съ бѣлымъ пламенемъ, образуя густой бѣлый дымъ тріокиси сурьмы, Sb^2O^3.

Разведенныя кислоты сѣрная и соляная не дѣйствуютъ на металлъ; азотная кислота окисляетъ ее въ бѣлый порошокъ сурьмяной кислоты, а царская водка растворяетъ ее. Изъ сплавовъ сурьмы важнѣйшій *типографскій сплавъ* (гартъ); онъ состоитъ изъ 17-ти до 20-ти частей сурьмы, и изъ 77-ми до 80-ти частей свинца.

Окиси сурьмы аналогичны окисямъ мышьяка; существуетъ еще промежуточный окиселъ, Sb^2O^4, который можно разсматривать, какъ соединеніе двухъ другихъ:

$$Sb^2O^3 + Sb^2O^5 = 2Sb^2O^4.$$

Тріокись сурьмы, Sb^2O^3, легко получается при прибавленіи къ треххлористой сурьмѣ раствора соды:

$$2SbCl^3 + 3Na^2CO^3 = Sb^2O^3 + 7NaCl + 3CO^2.$$

Это бѣлый кристаллическій порошокъ, легко растворимый въ растворѣ виннаго камня; при выпариваніи этого раствора, получаются

кристаллы рвотнаго камня (сурьмянокалiевая соль виннокаменной кислоты). Триокись сурьмы растворяется также въ соляной кислотѣ, образуя треххлористую сурьму; если этотъ растворъ разбавить водою, то онъ мутится отъ выдѣленiя хлорокиси сурьмы, SbOCl:

$$SbCl^3 + H^2O = SbOCl + 2HCl.$$

Триокись сурьмы образуетъ игольчатые ромбическiе кристаллы, изоморфные съ болѣе рѣдкою формою триокиси мышьяка.

Она можетъ быть получена и въ правильныхъ октаэдрахъ, обыкновенной формѣ триокиси мышьяка; слѣдовательно двѣ эти окиси изодиморфны.

Пятиокись сурьмы, Sb^2O^5, представляетъ свѣтло-желтый порошокъ, при накаливанiи теряющiй кислородъ и превращающiйся въ окись Sb^2O^4. Подобно пятиокиси мышьяка, образуетъ она рядъ солей, изъ которыхъ азотная кислота выдѣляетъ свободную кислоту, $HSbO^3$. При смѣшенiи пятихлористой сурьмы съ водою, получается бѣлый осадокъ, $H^4Sb^2O^7$, названный *метасурьмяною кислотою*; кислыя соли ея легко переходятъ въ соли обыкновенной сурьмяной кислоты. Кислая натрiевая соль метасурьмяной кислоты отличается нерастворимостью въ водѣ и получается въ видѣ осадка, при прибавленiи кислой калiевой метасурьмяной соли къ раствору какой либо натрiевой соли.

Если сыпать порошокъ сурьмы въ стклянку наполненную хлоромъ, то оба элемента соединяются съ отдѣленiемъ свѣта.

Треххлористая сурьма, $SbCl^3$, получается въ видѣ маслообразной жидкости при дѣйствiи хлора на избытокъ сурьмы, или при перегонкѣ раствора трехсѣрнистой сурьмы въ соляной кислотѣ; при этомъ выдѣляется сѣрнистый водородъ, и вначалѣ улетучивается избытокъ кислоты, а потомъ перегоняется треххлористая сурьма, сгущающаяся въ прiемникѣ въ бѣлую кристаллическую массу.

Пятихлористая сурьма, $SbCl^5$, образуется при дѣйствiи избытка хлора на металлическую и трехлористую сурьму. При нагрѣванiи она опять распадается на хлоръ и треххлористую сурьму.

Трехсѣрнистая сурьма, Sb^2S^3, получается въ видѣ оранжеваго аморфнаго порошка, при пропусканiи сѣрнистаго водорода въ кислый растворъ триокиси. Это соединенiе встрѣчается въ кристаллическомъ состоянiи въ видѣ сѣрой сурьмяной руды въ лучистыхъ темно-сѣрыхъ блестящихъ массахъ. Сѣрнистая сурьма растворима въ сѣрнистомъ аммонiи и въ другихъ растворимыхъ сѣрнистыхъ металлахъ.

Пятисѣрнистая сурьма, Sb^2S^5, представляетъ красивый красно-оранжевый порошокъ, извѣстный въ медицинѣ подъ названiемъ золотистой сѣры (Goldschwefel). Для приготовленiя ея, кипятятъ трехсѣрнистую сурьму съ сѣрою и ѣдкимъ натромъ; изъ этого раствора осаждаются, при охлажденiи, большiе желтые кристаллы сѣрносурьмяной натрiевой соли, $Na^3SbS^4 + 9H^2O$, которые съ соляною кислотою разлагаются съ выдѣленiемъ сѣрнистаго водорода, на золотистую сѣру и поваренную соль:

$$2Na^3SbS^4 + 6HCl = Sb^2S^5 + 6NaCl + 3H^3O.$$

Сурьмянистый водородъ, SbH^3, представляетъ безцвѣтный газъ, который горитъ голубоватымъ пламенемъ, распространяя бѣлый дымъ триокиси сурьмы: онъ получается подобно мышьяковистому водороду, при разложенiи соляною кислотою сплава изъ цинка и сурьмы. При краснокалильномъ жарѣ, онъ распадается на водородъ и сурьму, которая, подобно мышьяку, отлагается въ видѣ темнаго металлическаго зеркала, если газъ пропускать чрезъ накаленную стеклянную трубку. При прибавленiи къ раствору сурьмы цинка и сѣрной кислоты, сурьма выдѣляется въ видѣ сурьмянистаго водорода и можетъ быть узнана, подобно мышьяку. Такъ-какъ соединенiя этихъ двухъ тѣлъ— сильные яды, и въ своихъ реакцiяхъ представляютъ большое сходство, то для судебно-медицинскихъ цѣлей весьма важно легко открыть и различать ихъ; для опытнаго аналитика подобное изслѣдованiе не представляетъ затрудненiя и даетъ, при тщательной работѣ точные результаты, даже въ томъ случаѣ, когда одинъ или оба металла находятся въ весьма малыхъ количествахъ въ трупѣ или въ остаткахъ пищи.

Висмутъ.

Вѣсъ атома 210 = Bi.

Висмутъ встрѣчается въ природѣ иногда въ металлическомъ видѣ, но чаще въ соединенiи съ сѣрою, въ видѣ висмутоваго блеска, Bi^2S^3; изъ него получается и самый металлъ, подобно сурьмѣ. Онъ кристаллизуется въ большихъ ромбоэдрахъ, по формѣ близкихъ къ кубу; удѣльный вѣсъ = 9,8. Висмутъ обладаетъ блестящимъ красновато-бѣлымъ цвѣтомъ, плавится при 264° и улетучивается при температурѣ бѣлаго каленiя; на сухомъ воздухѣ, при обыкновенной температурѣ онъ не окисляется, накаленный же сгараетъ голубымъ пламенемъ, превращаясь въ триокись висмута, Bi^2O^3; въ хлорѣ измельченный висмутъ загарается, образуя хлористый висмутъ, $BiCl^3$; азот-

ная кислота легко растворяетъ его. Висмутъ служитъ главнымъ образомъ для приготовленія легкоплавкихъ сплавовъ.

Триокись висмута, Bi^2O^3, представляетъ желтый порошокъ; водная окись его, H^3BiO^3, растворяется въ кислотахъ и въ щелочахъ, обладая щелочными и кислотными свойствами. Если пропускать въ растворъ триокиси висмута въ ѣдкомъ кали хлоръ, то выдѣляется красный порошокъ висмутовой кислоты, которая, будучи высушена и слабо нагрѣта, превращается *въ пятиокись висмута*, Bi^2O^5.

Азотновисмутовая соль, $Bi\left\{\begin{matrix}NO^3\\NO^3\\NO^3\end{matrix}\right. + 5H^2O$ представляетъ прозрачные кристаллы, которые водою разлагаются, образуя основныя соли, напр. $Bi\left\{\begin{matrix}NO^3\\HO,\\HO,\end{matrix}\right.$ и выдѣляя азотную кислоту; $Bi\left\{\begin{matrix}NO^3\\HO\\HO\end{matrix}\right.$ есть нерастворимый бѣлый, кристаллическій порошокъ, употребляемый какъ лекарство въ медицинѣ. Такое же разложеніе претерпѣваютъ всѣ растворимыя висмутовыя соли; хлористый висмутъ разлагается водою на соляную кислоту и на хлорокись висмута, BiOCl.

Этою реакціею пользуются для нахожденія висмута; солянокислый или азотнокислый растворъ льютъ въ воду, причемъ получается осадокъ. Сурьмяныя соли имѣютъ такое же свойство, но сурьму легко отличить отъ висмута тѣмъ, что сѣрнистый висмутъ нерастворимъ въ сѣрнистомъ аммоніи. Если нагрѣвать висмутовое соединеніе на углѣ паяльною трубкою, то висмутъ возстановляется въ видѣ металлическаго хрупкаго королька.

Металлы группы свинца.

Свинецъ. Таллій.

Свинецъ.

Вѣсъ атома 207 = Pb.

Самая распространенная руда этого металла, который не встрѣчается въ природѣ въ чистомъ видѣ, есть свинцовый блескъ, PbS; изъ него металлъ добываютъ слѣдующимъ простымъ способомъ: минералъ обжигаютъ въ отражательной печи; если въ рудѣ были кремнеземистыя соединенія, то прибавляютъ извести, чтобы получить легкоплавкій шлакъ. Сѣра и свинецъ при обжиганіи окисляются, образуя двуокись сѣры, окись свинца и сѣрносвинцовую соль. По прошествіи нѣкотораго времени, огонь усиливаютъ и отверзтія въ печи закрываютъ, чтобы прекратить доступъ воздуха. Продукты обжиганія дѣйствуютъ разлагающимъ образомъ на неизмѣнившійся еще сѣрнистый свинецъ, изъ котораго и образуется металлическій свинецъ по слѣдующимъ реакціямъ:

$$PbSO^4 + PbS = 2Pb + 2SO^2.$$
$$2PbO + PbS = 3Pb + SO^2.$$

Почти постоянно свинцовый блескъ содержитъ небольшое количество серебра, которое переходитъ въ свинецъ и выдѣляется изъ него такъ называемымъ *трейбованіемъ*.

Свинецъ есть синевато-бѣлый металлъ съ удѣльнымъ вѣсомъ 11,3 онъ гибокъ и мягокъ до такой степени, что его можно чертить ногтемъ; легко выбивается въ листы и вытягивается въ проволоку, но сцѣпленіе его весьма не велико: проволока въ 2 миллиметра въ діаметрѣ разрывается уже отъ тяжести въ 2 килограмма. Свинецъ плавится при 334°; при высшей температурѣ улетучивается, но не въ такой степени, чтобы его можно было перегонять.

На сухомъ воздухѣ металлъ не тускнѣетъ; на влажномъ же онъ вскорѣ покрывается тонкимъ слоемъ окисла. Въ присутствіи слабыхъ кислотъ окисленіе идетъ быстрѣе. Въ чистой, не содержащей воздуха, водѣ онъ также не измѣняется; въ водѣ же содержащей воздухъ онъ окисляется, образуя водную окись свинца, которая растворяется, въ большомъ количествѣ воды, и тѣмъ способствуетъ дальнѣйшему окисленію металла. Дѣйствіе воздуха и воды на свинецъ имѣетъ важное значеніе въ томъ отношеніи, что, для проведенія воды, часто употребляются свинцовыя трубы, и что всѣ растворимыя соединенія свинца суть сильные яды; такъ что употребляемые хотя и въ маломъ количествѣ, но долгое время, оказываютъ весьма вредное вліяніе на организмъ. Однако присутствіе нѣкоторыхъ солей находящихся въ ключевой и рѣчной водѣ имѣетъ вліяніе на дѣйствіе такой воды на свинецъ. Онъ растворяется легче, если вода содержитъ хлористые металлы или азотныя соли; на оборотъ, если вода содержитъ сѣрныя или углекислыя соли (жесткая вода), то въ свинцовыхъ трубахъ образуется тонкій слой нерастворимыхъ углекислой или сѣрносвинцовой солей, который и предохраняетъ металлъ отъ дальнѣйшаго окисленія; подобную воду доставляемую свинцовыми

трубами можно употреблять безъ всякой опасности для питья. Но она не должна содержать нисколько или весьма мало свободной углекислоты, потому что въ такой водѣ углесвинцовая соль растворяется. Для открытія свинца въ водѣ, пропускаютъ въ нее сѣрнистый водородъ, подкисливъ ее нѣсколькими каплями соляной кислоты. Если въ водѣ было свинцовое соединеніе, то вода окрашивается въ бурый цвѣтъ; его легче всего замѣтить, если воду помѣстить въ высокій цилиндръ, который поставить на бѣлую бумагу.

Свинецъ соединяется съ кислородомъ въ нѣсколькихъ пропорціяхъ; важнѣйшіе изъ окисловъ его слѣдующіе:

Окись свинца, PbO, представляетъ желтый порошокъ, который образуется при окисленіи свинца на воздухѣ при высокой температурѣ. При краснокалильномъ жарѣ онъ плавится и при охлажденіи застываетъ въ красновато-желтую, чешуисто-кристаллическую массу, называемую *свинцовымъ глетомъ*. Окись свинца растворяется въ нагрѣтомъ ѣдкомъ кали и кристаллизуется изъ него при охлажденіи въ красно-желтыхъ ромбическихъ призмахъ; съ кремневою кислотою она образуетъ легкоплавкое кремнеземистое соединеніе, поэтому окись свинца употребляется для приготовленія стекла и для глазури, и легко разъѣдаетъ при плавленіи глиняные сосуды.

Въ растворахъ свинцовыхъ солей амміакъ производитъ бѣлый осадокъ водной окиси свинца, PbH^2O^2, которая нѣсколько растворима въ водѣ и сообщаетъ ей щелочныя свойства. При нагрѣваніи она распадается на воду и окись свинца.

Если нагрѣвать долгое время на воздухѣ аморфную желтую окись свинца до температуры ея плавленія, то она превращается въ красный порошокъ, *сурикъ*, Pb^3O^4; онъ употребляется какъ краска и для приготовленія стекла. Состоитъ онъ изъ соединенія окиси свинца съ двуокисью, $2PbO + PbO^2$; если его обработать слабою азотною кислотою, то образуется растворимая азотносвинцовая соль, и осаждается бурый порошокъ двуокиси, или *перекиси свинца* PbO^2, которая при нагрѣваніи распадается на окись свинца и на кислородъ, а при нагрѣваніи съ соляною кислотою выдѣляетъ хлоръ.

Свинцовыя соли одноокиси, по большей части, безцвѣтны; растворимыя въ водѣ ядовиты и имѣютъ сладковатый вяжущій вкусъ. Важнѣйшія изъ нихъ слѣдующія:

Азотносвинцовая соль $Pb\left\{\begin{matrix}NO^3\\NO^3\end{matrix}\right.$ получается раствореніемъ свинцоваго глета въ азотной кислотѣ. Она кристаллизуется въ безводныхъ

правильныхъ октаэдрахъ и растворяется въ 8-ми частяхъ холодной воды. При нагрѣваніи она распадается на окись свинца, четыреокись азота и кислородъ. *Уксусносвинцовая соль* или свинцовый сахаръ тоже легко растворима въ водѣ и будетъ описана позднѣе въ статьѣ объ уксусной кислотѣ. Почти всѣ остальныя свинцовыя соли весьма трудно растворяются въ водѣ, или вовсе нерастворимы. Углесвинцовая соль, $PbCO^3$, встрѣчается въ видѣ минерала, носящаго названіе *бѣлой свинцовой руды*. Если прибавить къ азотносвинцовой соли растворъ угленатріевой соли, то получается бѣлый осадокъ, состоящій изъ углесвинцовой соли и изъ водной окиси свинца. Подобное соединеніе извѣстно подъ названіемъ *свинцовыхъ бѣлилъ*. Оно получается или при пропусканіи углекислоты въ уксусный свинецъ (основная уксусносвинцовая соль), или по старому *голландскому* способу. Послѣдній состоитъ въ томъ, что свернутые въ трубки свинцовые листы помѣщаются въ горшки, въ которые налито не много уксуса; нѣсколько сотенъ такихъ горшковъ располагаютъ такимъ образомъ, что рядъ горшковъ ставятъ на подстилку изъ соломы изъ соломистаго навоза, покрываютъ ихъ досками, на доски опять кладутъ подстилку изъ навоза, на которую ставятъ новый рядъ горшковъ, и продолжаютъ такимъ образомъ, пока не наполнится все зданіе. Чрезъ нѣсколько недѣль свинцовые листы превращаются почти совершенно въ свинцовыя бѣлила. При этомъ способѣ образуется сначала, дѣйствіемъ кислорода и уксуса на свинецъ, основная уксусносвинцовая соль, которая при дѣйствіи углекислоты, развивающейся при тлѣніи органическихъ остатковъ, превращается въ свинцовыя бѣлила. Дѣлающаяся отъ этого свободною, укснусная кислота снова дѣйствуетъ на свинецъ и образованіе свинцовыхъ бѣлилъ продолжается до тѣхъ поръ, пока есть еще свободный металлъ. Составъ свинцовыхъ бѣлилъ не постояненъ, но обыкновенно близко подходитъ къ формулѣ: $2PbCO^3 + PbH^2O^2$.

Сѣрносвинцовая соль, $PbSO^4$, какъ минералъ, носитъ названіе *свинцоваго купороса*, и встрѣчается въ маленькихъ блестящихъ бѣлыхъ кристаллахъ; она нерастворима въ водѣ и получается въ видѣ бѣлаго осадка при прибавленіи сѣрной кислоты къ раствору свинцовой соли.

Хлористый свинецъ, $PbCl^2$, получается въ видѣ кристаллическаго осадка при смѣшеніи раствора хлористаго металла съ растворомъ свинцовой соли. Онъ растворяется въ 30-ти частяхъ кипящей воды и при охлажденіи выдѣляется въ бѣлыхъ иглахъ. При сильномъ

нагрѣваніи онъ плавится и при охлажденіи застываетъ въ роговую массу. Минералъ называемый *роговымъ свинцомъ* есть соединеніе хлористаго свинца съ углесвинцовою солью, $PbCl^2 + PbCO^3$.

Іодистый свинецъ, PbJ^2, осаждается въ золотисто-желтыхъ кристаллическихъ листочкахъ, при смѣшеніи горячихъ растворовъ іодистаго калія и азотносвинцовой соли.

Сѣрнистый свинецъ, PbS, встрѣчается въ природѣ въ видѣ минерала, называемаго *свинцовымъ блескомъ*. Онъ обладаетъ голубовато-сѣрымъ металлическимъ блескомъ и кристаллизуется въ октаэдрахъ или кубахъ. Сѣрнистый водородъ осаждаетъ изъ растворовъ свинцовыхъ солей черный сѣрнистый свинецъ.

Большинство свинцовыхъ солей изоморфно съ соотвѣтствующими солями металловъ второй группы, именно барія; съ нимъ онъ имѣетъ сходство и по нерастворимости сѣрной соли. Соединенія свинца отличаются тѣмъ, что ихъ растворы осаждаются сѣрнистымъ водородомъ, образуя осадокъ чернаго цвѣта; полученный сѣрнистый свинецъ растворяется въ слабой азотной кислотѣ; далѣе они отличаются по нерастворимости сѣрной соли и іодистаго свинца. Нагрѣтыя паяльной трубкой на углѣ, свинцовыя соли даютъ мягкій металлическій королекъ свинца.

Талій.

Вѣсъ атома 204 = Tl.

Этотъ металлъ открытъ Круксомъ въ 1861 году посредствомъ спектральнаго анализа; онъ нашелъ его въ пыли, которая осаждается при обжиганіи сѣрнаго колчедана на заводахъ для добыванія сѣрной кислоты. Онъ попадается въ небольшомъ количествѣ во многихъ сѣрныхъ колчеданахъ и роговыхъ обманкахъ, именно на Гарцѣ въ Раммельсбергѣ, а также въ водѣ наугеймскихъ соляныхъ источниковъ. Талій весьма схожъ со свинцомъ; онъ обладаетъ синевато-сѣрымъ цвѣтомъ, очень мягокъ, и легко вытягивается въ проволоку. Онъ плавится при 290°; удѣльный вѣсъ его 11,85. На воздухѣ онъ весьма быстро окисляется, покрываясь слоемъ водной окиси; лучше всего онъ сохраняется подъ водою. Нагрѣтый при доступѣ воздуха, онъ сгараетъ прекраснымъ зеленымъ пламенемъ, спектръ котораго состоитъ изъ одной блестящей зеленой линіи. Онъ растворяется легко въ слабыхъ кислотахъ азотной и сѣрной. Въ соляной кислотѣ онъ

растворяется весьма медленно, потому что хлористое его соединеніе трудно растворимо.

Окись талія, Tl^2O, образуется при сгараніи металла на воздухѣ; она представляетъ бурый порошокъ, растворяющійся въ водѣ и образующій при этомъ ѣдкую щелочную жидкость, изъ которой при выпариваніи выдѣляется кристаллическая водная окись талія, TlHO, которая, подобно ѣдкому кали, притягиваетъ углекислоту изъ воздуха.

Нѣкоторыя соли талія изоморфны съ солями калія, какъ напр. сѣрная соль, Tl^2SO^4, образующая съ сѣрноглиноземною солью квасцы $\left.\begin{matrix}Al^2\\Tl^2\end{matrix}\right\} 4SO^4 + 24H^2O$; эти квасцы, подобно прочимъ, кристаллизуются въ правильныхъ октаэдрахъ. Хлористый талій, TlCl, растворяется весьма трудно въ водѣ и имѣетъ большое сходство съ хлористымъ свинцомъ; онъ бѣлаго цвѣта. Съ хлористою платиною онъ образуетъ нерастворимую двойную соль, $2TlCl + PtCl^4$; углеталіевая соль довольно растворима; одна часть ея растворяется въ 25-ти частяхъ холодной воды.

Соли талія безцвѣтны и обладаютъ ядовитыми свойствами. Въ растворахъ ихъ, сѣрнистый аммоній производитъ черный осадокъ сѣрнистаго талія, Tl^2S; металлическій цинкъ осаждаетъ изъ нихъ талій въ видѣ кристаллическаго порошка. При растворенін талія въ царской водкѣ, образуется треххлористый талій, $TlCl^3$; изъ раствора котораго ѣдкое кали осаждаетъ бурую водную полуторную окись талія, Tl^2O^3.

Талій металлъ одноатомный; онъ сходенъ съ металлами щелочей, по растворимости щелочной водной окиси талія, нерастворимости двойной платиновой соли, и по изоморфизму его соединеній съ соединеніями калія. Съ другой стороны, онъ примыкаетъ къ группѣ свинца по своимъ физическимъ свойствамъ, но трудно растворимымъ хлористому и іодистому соединенію и сѣрной соли.

Металлы группы серебра.

Мѣдь. Серебро. Ртуть.

Мѣдь.

Вѣсъ атома 63,5 = Cu (Cuprum).

Этотъ важный металлъ извѣстенъ съ древнѣйшихъ временъ, по-

тому что онъ встрѣчается въ чистомъ видѣ и легко добывается изъ рудъ. Металлическая мѣдь попадается въ большомъ количествѣ въ Сѣверной Америкѣ и Сибири, въ видѣ кубовъ и другихъ формъ правильной системы. Самыя распространенныя мѣдныя руды суть: мѣдный колчеданъ $Cu^2S + Fe^2S^3$, мѣдный блескъ Cu^2S, малахитъ $CuCO^3 + CuH^2O^2$, и красная мѣдная руда Cu^2O.

Чистую мѣдь получаютъ, нагрѣвая окись мѣди въ струѣ водорода, или разлагая гальваническимъ токомъ растворимую мѣдную соль (гальванопластика).

Въ большомъ количествѣ металлъ получается изъ углекислой соли, или окиси, возстановленіемъ ихъ посредствомъ угля въ шахтенныхъ печахъ; смотря по роду руды, прибавляются различные плавни для образованія легкоплавкихъ шлаковъ. Руды содержащія сѣру (онѣ встрѣчаются чаще другихъ), какъ напр. мѣдный колчеданъ, требуютъ болѣе сложной обработки. Сначала ихъ обжигаютъ, чтобы превратить часть сѣрнистой мѣди въ окись, и затѣмъ сплавляютъ съ пескомъ или шлаками. Окись мѣди и сѣрнистое желѣзо, образуютъ сѣрнистую мѣдь и окись желѣза, которая переходитъ въ шлакъ, между тѣмъ какъ нечистая сѣрнистая мѣдь, сплавляясь, собирается на днѣ печи. Полученную такимъ образомъ сѣрнистую мѣдь обжигаютъ снова, причемъ часть сѣры сгараетъ и за тѣмъ сплавляютъ при доступѣ воздуха: окись мѣди и сѣрнистая мѣдь, дѣйствуя другъ на друга, образуютъ двуокись сѣры и металлическую мѣдь:

$$Cu^2S + 2CuO = 4Cu + SO^2.$$

Полученный металлъ заключаетъ еще окись. Для удаленія ея, расплавленную мѣдь перемѣшиваютъ шестомъ изъ свѣжаго дерева; образующіеся углеродистые водороды дѣйствуютъ возстановляющимъ образомъ на окись.

Мѣдь обладаетъ особеннымъ краснымъ цвѣтомъ; она очень тягуча и вязкость ея велика: проволока діаметромъ въ 2 миллиметра выдерживаетъ тяжесть во 140 килограммовъ. Удѣльный вѣсъ 8,93; она плавится въ сильномъ красно-калильномъ жару, а при температурѣ бѣлаго каленія нѣсколько летуча, такъ что водородъ, пропущенный надъ нею и затѣмъ зажженный, горитъ зеленымъ пламенемъ.

Мѣдь одинъ изъ лучшихъ проводникомъ тепла и электричества. На влажномъ воздухѣ она мало по малу покрывается зеленымъ слоемъ основной углемѣдной соли (мѣдянка), въ сухомъ воздухѣ она при обыкновенной температурѣ не измѣняется; при каленіи же покрывается слоемъ окиси (мѣдная окалина); раскаленная мѣдь не разлагаетъ водяной паръ; соляная кислота при нагрѣваніи растворяетъ мелко раздробленный металлъ, выдѣляя водородъ; при нагрѣваніи мѣди съ крѣпкою сѣрною кислотою, образуется двуокись сѣры и сѣрномѣдная соль. Легче всего она растворяется въ азотной кислотѣ, причемъ выдѣляется окись азота.

Мѣдь входитъ въ составъ многихъ распространенныхъ сплавовъ. Обыкновенная латунь состоитъ изъ 2 частей мѣди и одной части цинка; она тверже мѣди и обработка ея легче. Обыкновенно прибавляютъ еще 1 до 2% свинца, который хотя уменьшаетъ тягучесть, но облегчаетъ обработку сплава на токарномъ станкѣ. Для латунныхъ листовъ употребляютъ сплавъ болѣе богатый цинкомъ. Сплавъ цинка съ мѣдью, служащій для обивки кораблей, содержитъ 60% мѣди. Новая бронза содержитъ мѣдь, цинкъ и олово; античная бронза цинка не содержитъ. Колокольный, пушечный и зеркальный металлы суть сплавы мѣди съ оловомъ въ различныхъ пропорціяхъ. Они обладаютъ свойствомъ дѣлаться хрупкими при медленномъ охлажденіи. Если же быстро охладить, погружая ихъ въ холодную воду, то они дѣлаются мягки и ковки.

Мѣдь есть элементъ двуатомный и образуетъ два ряда соединеній, которыя отличаются отъ соединеній предъидущихъ металловъ тѣмъ, что въ однихъ изъ нихъ мѣди заключается одинъ атомъ (мѣдныя соединенія или соединенія окиси), а въ другихъ два атома, образующихъ двуатомную группу (мѣдистыя соединенія закиси). Въ послѣднихъ, слѣдовательно, изъ четырехъ единицъ сродства, двѣ взаимно насыщаются. Строеніе этихъ двухъ рядовъ можно представить слѣдующимъ образомъ:

Хлорная или двухлористая мѣдь	Cu — Cl Cu — Cl	Хлористая или полухлористая мѣдь	Cu — Cl. Cu — Cl.
Мѣдная окись	Cu = O	Мѣдистая окись или закись мѣди	Cu — Cu — O.

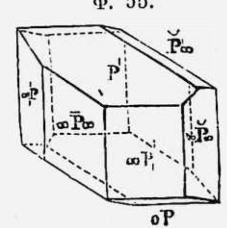
Мѣдныя соединенія.

Окись мѣди или мѣдная окись, CuO, получается въ видѣ чернаго порошка при накаливаніи мѣди на воздухѣ, или нагрѣвая азотномѣдную соль; она легко отдаетъ кислородъ, при высокой температурѣ, тѣламъ способнымъ окисляться, и потому употребляется въ лабораторіяхъ для анализа углеродистыхъ соединеній (органическій анализъ). Ѣдкое кали осаждаетъ изъ раствора мѣдной соли свѣтло-голубую водную окись мѣди, CuH^2O^2, которая при нагрѣваніи легко

распадается на воду и окись мѣди, и потому, при кипяченіи жидкости, чернѣетъ.

Сѣрномѣдная соль, $CuSO^4 + 5H^2O$, образуетъ большіе голубые кристаллы триклиномѣрной системы (фиг. 55), извѣстные подъ названіемъ мѣднаго купороса, который фабричнымъ образомъ приготовляется раствореніемъ мѣдной окалины въ сѣрной кислотѣ. Эта соль, при нагрѣваніи, теряетъ кристаллизаціонную воду, распадаясь въ бѣлый порошокъ, который, при сильнѣйшемъ нагрѣваніи, разлагается, образуя черную окись. Мѣдный купоросъ имѣетъ большое примѣненіе въ гальванопластикѣ, въ красильномъ искусствѣ и въ печатаніи ситцевъ, при приготовленіи швейнфуртской зелени и другихъ мѣдь содержащихъ красокъ. Если въ растворъ мѣднаго купороса прибавлять избытокъ амміака, то жидкость принимаетъ великолѣпный темно-голубой цвѣтъ; изъ нее при прибавленіи спирта осаждаются темно-голубые кристаллы, составъ которыхъ $CuSO^4 + 2NH^3$. Это соединеніе можно разсматривать какъ сѣрноамміачную соль, въ которой два пая водорода замѣщены двуатомною мѣдью;

Ф. 55.



$$\left.\begin{matrix}NH^4\\NH^4\end{matrix}\right\} SO^4 \text{ сѣрноамміачная соль.}$$

$$\left.\begin{matrix}NH^2Cu\\NH^4\end{matrix}\right\} SO^4 \text{ сѣрноамміачномѣдная соль.}$$

Подобныя же соединенія, отличающіяся темно-голубымъ цвѣтомъ, даютъ всѣ мѣдныя соли при прибавленіи къ нимъ амміака.

Азотномѣдная соль, $Cu\left\{\begin{matrix}NO^3\\NO^3\end{matrix}\right. + 6H^2O$, окрашена въ яркій синій цвѣтъ; она кристаллизуется въ большихъ призмахъ и легко растворима въ водѣ. Она получается при раствореніи мѣди или мѣдной окиси въ азотной кислотѣ.

Двухлористая мѣдь или хлористая мѣдь, $CuCl^2$, образуется въ видѣ желтоватой массы, растворяющейся въ водѣ въ зеленую жидкость, при нагрѣваніи мѣди въ струѣ хлора; растворъ ея получается также раствореніемъ окиси въ соляной кислотѣ. При выпариваніи, она даетъ зеленые игольчатые кристаллы, $CuCl^2 + 2H^2O$. Соль эта легко растворяется въ водѣ и спиртѣ. Спиртовой растворъ горитъ красивымъ зеленымъ пламенемъ.

Углемѣдная соль; нормальная соль неизвѣстна. При прибавленіи раствора поташа къ раствору мѣдной соли, получается осадокъ основной мѣдной соли, $CuCO^3 + CuH^2O^2$. Это же соединеніе встрѣчается подъ именемъ *малахита* въ видѣ красиваго зеленаго минерала. *Мѣдная лазурь*, $2CuCO^3 + CuH^2O$ представляетъ другую углемѣдную основную соль, встрѣчающуюся то же въ видѣ минерала, окрашеннаго въ голубой цвѣтъ.

Мышьяковистая соль даетъ красивую зеленую краску, извѣстную подъ названіемъ шеелевой зелени; ее приготовляютъ, осаждая мѣдный купоросъ растворомъ мышьяковистонатріевой соли.

Сѣрнистая мѣдь CuS, получается при пропусканіи сѣрнистаго водорода въ растворъ мѣдной соли, въ видѣ чернаго осадка.

Мѣдистыя соединенія.

Мѣдистая окись, или закись мѣди, Cu^2O, встрѣчается въ природѣ въ видѣ красныхъ кристалловъ правильной системы и называется *красною мѣдною рудою*. Искусственно ее приготовляютъ, нагрѣвая мѣдныя опилки съ мѣдною окисью, или кипятя смѣсь растворовъ мѣднаго купороса и винограднаго сахара, прибавивъ небольшое количество ѣдкаго кали, сахаръ при этомъ дѣйствуетъ возстановляющимъ образомъ, и закись мѣди осаждается въ видѣ свѣтло-краснаго порошка. Закись мѣди окрашиваетъ расплавленное стекло въ красивый рубиново-красный цвѣтъ. Соли ея безцвѣтны, но на воздухѣ быстро окрашиваются въ зеленый или голубой цвѣтъ вслѣдствіе окисленія.

Полухлористая мѣдь, Cu^2Cl^2. При нагрѣваніи раствора хлористой мѣди съ прибавкою соляной кислоты и мѣди, получается бурая жидкость, изъ которой, по прибавлніи воды, осѣдаетъ бѣлая полухлористая мѣдь. Она не растворяется въ водѣ, но растворима въ соляной кислотѣ, и этотъ растворъ имѣетъ свойство поглощать окись углерода. Подверженная дѣйствію воздуха, полухлористая мѣдь, особенно въ влажномъ состояніи, быстро зеленѣетъ, образуя основную хлористую мѣдь:

$$Cu^2Cl^2 + H^2O + O = 2Cu\left\{\begin{matrix}HO\\Cl\end{matrix}\right..$$

Мѣдныя соли весьма ядовиты. Ихъ узнаютъ: 1) по образованію отъ H^2S осадка нерастворимой въ соляной кислотѣ сѣрнистой мѣди, растворяющейся въ слабой азотной кислотѣ; 2) по голубой водной окиси, чернѣющей при нагрѣваніи; 3) по темно-голубому окрашиванію амміакомъ; и 4) потому, что желѣзная пластинка, опущенная въ мѣдный растворъ, покрывается краснымъ слоемъ металлической мѣди:

$$CuSO^4 + Fe = Cu + FeSO^4.$$

Ртуть.

Вѣсъ атома 200 = Hg (*Hydrar gyrum*), *плотность пара* = 100.

Ртуть встрѣчается и въ металлическомъ видѣ, но чаще въ соединеніи съ сѣрою, въ видѣ киновари въ Альмаденѣ въ Испаніи, въ Идріи, въ Иллиріи, въ Пфальцѣ, въ Калифорніи, Мексикѣ, Перу, Китаѣ и Японіи. Изъ нея ртуть получается простымъ обжиганіемъ; при этомъ сѣра сгараетъ, а ртуть улетучивается и сгущается въ глиняныхъ трубахъ.

Ртуть единственный металлъ жидкій при обыкновенной температурѣ; онъ серебряно-бѣлаго цвѣта, и удѣльный вѣсъ его при 0° равенъ 13,596. При — 40°, ртуть застываетъ и кристаллизуется въ правильныхъ октаэдрахъ; твердая ртуть тягуча и ковка, ея удѣльный вѣсъ 14,4. Ртуть кипитъ при 350°, но медленно улетучивается и при обыкновенной температурѣ; паръ ея безцвѣтенъ, въ 6,976 разъ тяжелѣе воздуха; частица ея состоитъ, слѣдовательно, изъ одного атома.

Чистая ртуть не измѣняется на сухомъ и влажномъ воздухѣ; нагрѣтая выше 300°, она соединяется съ кислородомъ и медленно превращается въ красную окись. Она прямо соединяется съ хлоромъ бромомъ, іодомъ и сѣрою. Соляная кислота ее не измѣняетъ; при нагрѣваніи съ сѣрною кислотою, образуется сѣрнортутная соль и выдѣляется двуокись сѣры; въ азотной кислотѣ она легко растворяется.

Обширное приложеніе ртути заключается въ примѣненіи ея къ извлеченію изъ рудъ золота и серебра. Кромѣ того она употребляется для химическихъ и физическихъ цѣлей, при золоченіи, и при наводкѣ зеркалъ амальгамою олова. Ртуть и ея соединенія ядовиты и употребляются въ медицинѣ. Ртуть двуатомна и образуетъ, подобно мѣди, два ряда соединеній.

Ртутныя соединенія, отвѣчающія окиси.

Ртутная окись, HgO, получается въ видѣ кристаллическаго краснаго порошка, при осторожномъ нагрѣваніи азотнортутной соли, или при нагрѣваніи ртути на воздухѣ до 300°. Ѣдкое кали осаждаетъ изъ раствора ртутной соли окись въ видѣ желтаго аморфнаго порошка.

Азотнортутная соль, $Hg\begin{cases}NO^3\\NO^3\end{cases}$, образуется при нагрѣваніи ртути съ избыткомъ азотной кислоты, или при раствореніи окиси въ азотной кислотѣ.

Хлористая ртуть, или сулема, Hg^2Cl^2, приготовляется въ большомъ видѣ нагрѣваніемъ тѣсной смѣси сѣрнортутной соли съ поваренною солью: сулема возгоняется въ видѣ кристаллической массы. Это же соединеніе происходитъ при нагрѣваніи ртути въ хлорѣ. Оно растворимо въ водѣ и кристаллизуется изъ горячаго насыщеннаго раствора въ длинныхъ ромбическихъ кристаллахъ; плавится при 265°, а кипитъ при 295°. Сулема—одинъ изъ сильнѣйшихъ металлическихъ ядовъ. Амміакъ осаждаетъ изъ раствора ея бѣлый осадокъ, хлористый меркураммоній, NH^2HgCl:

$$2NH^3 + HgCl^2 = NH^4Cl + NH^2HgCl.$$

Сѣрнистая ртуть, HgS, встрѣчается въ видѣ киновари и приготовляется въ большихъ размѣрахъ посредствомъ возгонки тѣсной смѣси ртути съ сѣрою. Мокрымъ путемъ она получается при долговременномъ подогрѣваніи ртути съ сѣрою и съ ѣдкимъ кали. Сѣрнистый водородъ осаждаетъ изъ раствора ртутной соли черную аморфную сѣрнистую ртуть, которая, при возгонкѣ, получается красною и въ кристаллическомъ видѣ.

Ртутистыя соединенія, соотвѣтствующія закиси.

Главнѣйшее изъ нихъ — *полухлористая ртуть* или *каломель*, Hg^2Cl^2; оно получается въ видѣ лучисто-кристаллической массы, при возгонкѣ тщательно стертой смѣси изъ 4-хъ частей сулемы и 3 частей ртути; чтобы полученную каломель очистить отъ сулемы, ее растираютъ и отмываютъ водою. Каломель нерастворима въ водѣ. При растираніи съ ѣдкимъ кали, она чернѣетъ, превращаясь въ *ртутистую окись*, или *закись ртути*, Hg^2O. Это соединеніе представляетъ черный порошокъ, распадающійся при нагрѣваніи до 100° на металлическую ртуть и красную окись. *Азотнортутистая соль*, $Hg^2\begin{cases}NO^3\\NO^3\end{cases}$ происходитъ при обработываніи на холоду избытка ртути слабою азотною кислотою; изъ раствора ея соляная кислота или растворимый хлористый металлъ осаждаетъ каломель.

Соединенія ртути узнаются по слѣдующимъ реакціямъ. При нагрѣваніи ихъ съ угленатріевой солью въ стеклянной трубкѣ, они выдѣляютъ ртуть, которая возгоняется въ видѣ металлическихъ шариковъ. Сѣрнистый водородъ осаждаетъ изъ ихъ растворовъ черную сѣрнистую ртуть, нерастворимую въ азотной кислотѣ. Если въ рас-

*

творъ соли ртути опустить чистую мѣдную пластинку, то на ней осаждается металлическая ртуть въ видѣ сѣраго слоя, который при растираніи получаетъ металлическій блескъ.

Растворимыя ртутистыя соединенія даютъ съ ѣдкимъ кали осадокъ чернаго цвѣта; соляная кислота производитъ въ нихъ бѣлые осадки. Въ ртутныхъ соединеніяхъ ѣдкое кали даетъ желтый осадокъ, а іодистый калій производитъ осадокъ іодистой ртути, HgJ^2, красиваго краснаго цвѣта.

Серебро.

Вѣсъ атома 108 = Ag (Argentum).

Серебро извѣстно съ давнѣйшихъ временъ; оно встрѣчается въ самородномъ видѣ, въ соединеніи съ сѣрою въ видѣ серебрянаго блеска, Ag^2S, и въ соединеніи съ сѣрою, мышьякомъ и сурьмою въ различныхъ минералахъ, какъ напр. въ красной рудѣ (Rothgültigerz), блеклой рудѣ и др. Далѣе въ видѣ хлористаго или роговаго серебра AgCl, бромистаго серебра AgBr, и т. д. Кромѣ того почти всякій свинцовый блескъ содержитъ малыя количества серебра, которыя переходятъ въ выплавляемый изъ блеска металлическій свинецъ, и которые можно съ выгодою добывать даже тогда, когда серебра заключается не болѣе $^1/_{100}$ процента. Способъ, посредствомъ котораго отдѣляютъ серебро отъ свинца, основывается на томъ, что сплавъ свинца и серебра плавится легче, нежели чистый свинецъ. По этому расплавленному металлу даютъ охладиться, причемъ чистый свинецъ твердѣетъ въ началѣ; его вычерпываютъ, и оставшійся сплавъ обработываютъ подобнымъ же образомъ, пока онъ не будетъ заключать около 1 процента серебра; тогда его подвергаютъ такъ называемому *трейбованію*, состоящему въ томъ, что сплавъ плавятъ въ отражательной печи; ея подъ приготовленъ изъ пористой массы (костяной или древесной золы); во время плавленія мѣхами вдувается воздухъ. Свинецъ окисляется; окись, (свинцовый глётъ) плавится и частію всасывается пористою массою (капелью), частію же выпускается изъ печи. Къ концу операціи, когда свинца осталось уже весьма немного, расплавленный металлъ бываетъ покрытъ тонкимъ слоемъ окиси свинца; наконецъ она разрывается, принимая радужный оттѣнокъ, и открываетъ блестящую поверхность серебра; это явленіе называютъ *бликованіемъ серебра*; оно показываетъ, что операція близка къ концу.

Серебряныя руды на Гарцѣ и въ Рудныхъ горахъ содержатъ мѣдь; ихъ обжигаютъ, плавятъ и получаютъ такимъ образомъ такъ называемый купферъ-штейнъ, состоящій изъ сѣрнистыхъ соединеній серебра, мѣди и желѣза. Его обжигаютъ въ отражательныхъ печахъ, и обожженную массу, содержащую съ окисями мѣди и желѣза сѣрносеребряную соль, обработываютъ водою. Изъ водянаго раствора серебро осаждаютъ мѣдью.

Вмѣсто этого способа прежде въ Фрейбергѣ употребляли способъ амальгамаціи. Руду смѣшивали съ поваренною солью и обжигали, при этомъ образовывалось хлористое серебро. Обожженную массу помѣщали вмѣстѣ съ водою и обрѣзками желѣза въ бочки, вертящіяся около своихъ осей. Желѣзо дѣйствуетъ на хлористое серебро, выдѣляя серебро и соединяясь съ хлоромъ. Серебро извлекалось посредствомъ ртути, въ которой оно легко растворимо. Полученная амальгама нагрѣвалась въ перегонныхъ приборахъ: ртуть перегонялась, а металлическое серебро получали въ остаткѣ. Въ Америкѣ, гдѣ серебряныя руды встрѣчаются въ значительномъ количествѣ, но гдѣ недостаетъ топлива, употребляютъ другой способъ амальгамаціи, изъ котораго исключаются всѣ обжиганія. Мелко измолотую руду мѣшаютъ съ водою въ тѣсто и прибавляютъ поваренной соли; чтобы все это тѣсно перемѣшать, употребляютъ муловъ, которыхъ гоняютъ по смѣси руды съ солью, затѣмъ прибавляютъ обожженнаго мѣднаго колчедана, дѣйствіе котораго основывается на заключающемся въ немъ мѣдномъ купоросѣ, перемѣшиваютъ снова вышеописаннымъ образомъ и затѣмъ прибавляютъ понемногу ртути. Мѣдный купоросъ, при дѣйствіи на него поваренной соли, даетъ хлористую мѣдь, которая образуетъ съ металлическимъ серебромъ хлористое серебро и полухлористую мѣдь. Послѣдняя разлагается съ сѣрнистымъ серебромъ, превращая его въ хлористое:

$$2CuCl^2 + 2Ag = Cu^2Cl^2 + 2AgCl.$$
$$Cu^2Cl^2 + Ag^2S = Cu^2S + 2AgCl.$$

Ртуть соединяется съ хлоромъ хлористаго серебра, и образующееся металлическое серебро растворяется въ ея избыткѣ. Массу взбалтываютъ съ водою, собираютъ амальгаму и разлагаютъ ее перегонкой.

Серебро есть сильно блестящій бѣлаго цвѣта металлъ, который не окисляется на сухомъ и влажномъ воздухѣ, даже въ расплавленномъ состояніи. Жидкое серебро имѣетъ свойство поглощать кислородъ, котораго оно растворяетъ, будучи расплавлено въ его атмосферѣ, до

22 объемовъ. При затвердѣваніи оно выдѣляетъ кислородъ, причемъ еще жидкое серебро разбрызгивается во всѣ стороны.

При весьма высокой температурѣ серебро улетучивается, и его можно перегонять, нагрѣвая въ пламени гремучаго газа. Паръ его свѣтло-голубаго цвѣта. Оно лучшій проводникъ тепла и электричества, и такъ тягуче, что одинъ граммъ его можетъ быть вытянутъ въ проволоку длиною въ 2,600 метровъ. Съ сѣрою оно легко вступаетъ въ соединеніе; поэтому серебряные предметы чернѣютъ на воздухѣ, содержащемъ сѣрнистый водородъ. Хлоръ дѣйствуетъ на него при обыкновенной температурѣ; сѣрная кислота при нагрѣваніи дѣйствуетъ такъ же, какъ на мѣдь; азотная кислота легко растворяетъ его въ азотносеребряную соль, съ выдѣленіемъ окиси азота.

Сплавы серебра. Чистое серебро слишкомъ мягко, для выдѣлки изъ него монетъ и вещей; небольшое количество мѣди возвышаетъ его твердость, не оказывая вліянія на его красивый бѣлый цвѣтъ. Русскіе рубли содержатъ 12,5% мѣди, а мелкая монета 50%. Прусскіе таллеры, южногерманскіе и австрійскіе гульдены 10% мѣди, столько же и французская монета; англійская же только 7,5%.

Серебро даетъ съ кислородомъ три соединенія:

Закись серебра, Ag^4O, представляетъ черный порошокъ, весьма легко разлагающійся на серебро и окись серебра; *окись серебра*, Ag^2O, есть сильное основаніе; ее получаютъ въ видѣ бураго осадка, при прибавленіи къ раствору азотносеребряной соли ѣдкаго кали; она немного растворима въ водѣ, и водяной растворъ имѣетъ щелочную реакцію. Серебро легко окисляется озономъ, причемъ происходитъ черная двуокись серебра, Ag^2O^2.

Азотносеребряная соль, $AgNO^3$, получается при растворенiи серебра въ азотной кислотѣ, средней крѣпости; при выпариваніи раствора, она кристаллизуется въ прозрачныхъ таблицеобразныхъ кристаллахъ ромбической системы, она растворяется въ одинаковомъ съ нею вѣсѣ холодной воды, въ половинномъ количествѣ кипящей, и въ четырехъ частяхъ кипящаго спирта. При нагрѣваніи она плавится. Вылитая въ форму палочекъ она извѣстна подъ названіемъ *адскаго камня.*

На солнечномъ свѣтѣ, именно въ прикосновеніи съ органическими веществами, она чернѣетъ, отчасти разлагаясь; поэтому она окрашиваетъ кожу въ черный цвѣтъ; пользуясь этимъ свойствомъ, ее употребляютъ для мѣтки бѣлья.

Хлористое серебро, $AgCl$, встрѣчается въ видѣ минерала, подъ названіемъ *роговое серебро*; его получаютъ въ видѣ творожистаго

осадка, приливая соляную кислоту или растворъ поваренной соли къ раствору серебра. Въ прикосновеніи съ цинкомъ и слабою сѣрною кислотою, она легко возстановляется въ металлическое серебро. Подверженное дѣйствію свѣта, оно принимаетъ фіолетовый цвѣтъ, который при болѣе продолжительномъ свѣтѣ дѣлается все темнѣе и темнѣе; при этомъ оно подвергается разложенію, съ выдѣленіемъ небольшаго количества хлора; это разложеніе идетъ быстрѣе въ присутствіи органическихъ веществъ, и на этомъ свойствѣ основано употребленіе его въ фотографіи.

Хлористое серебро плавится при 260° и застываетъ при охлажденіи въ розовую массу; при болѣе высокой температурѣ, оно улетучивается. Въ водѣ оно совершенно нерастворимо, но оно замѣтно растворяется въ крѣпкой соляной кислотѣ и въ растворѣ поваренной соли. Въ амміакѣ и въ растворѣ сѣрноватистонатріевой соли, оно растворяется весьма легко. Поэтому сѣрноватистонатріевая соль употребляется въ фотографіи для фиксированія изображеній, причемъ неизмѣненное свѣтомъ хлористое серебро растворяется, а изображеніе остается.

Бромистое серебро, $AgBr$, равнымъ образомъ встрѣчается въ видѣ минерала въ Америкѣ. При прибавленіи растворимаго бромистаго металла къ раствору серебра, оно получается въ видѣ осадка, свойства котораго одинаковы съ хлористымъ серебромъ; только въ амміакѣ оно растворяется нѣсколько труднѣе.

Іодистое серебро, AgJ, есть желтоватый порошокъ, почти нерастворимый въ амміакѣ, но легко растворяющійся въ растворѣ сѣрноватистонатріевой соли.

Сѣрнистое серебро, Ag^2S, встрѣчается въ природѣ въ кубическихъ кристаллахъ, подъ названіемъ *серебрянаго блеска.* Оно получается въ видѣ чернаго порошка при пропусканіи сѣрнистаго водорода въ растворъ серебряной соли.

Присутствіе серебра въ растворѣ открывается легко. Соляная кислота осаждаетъ изъ раствора творожистый осадокъ хлористаго серебра, нерастворимый въ соляной кислотѣ, но растворяющійся въ амміакѣ. Если въ серебряный растворъ внести цинкъ, желѣзо, мѣдь или ртуть, то серебро осаждается. Передъ паяльною трубкою, на углѣ, серебряныя соединенія даютъ бѣлые корольки чистаго серебра.

Металлы группы золота.

Золото, платина и платиновые металлы.

Золото.

Вѣсъ атома 197 = Au (Aurum).

Золото встрѣчается почти исключительно въ самородномъ видѣ, преимущественно въ жилахъ древнѣйшихъ наслоенныхъ кристаллическихъ горныхъ породъ, и въ пескѣ происшедшемъ вслѣдствіе ихъ разрушенія. Оно весьма распространено въ природѣ; но только въ немногихъ мѣстностяхъ, оно попадается въ болѣе значительномъ количествѣ. Въ Трансильваніи попадается рѣдкій минералъ, въ которомъ золото находится въ соединеніи съ теллуромъ. Кромѣ того золото въ маломъ количествѣ заключается почти во всякомъ колчеданѣ, и до открытія золотыхъ пріисковъ въ Калифорніи и Австраліи, его добывали и изъ колчедановъ. Золото добывается изъ золотоноснаго песка промывкою, легкій песокъ отмывается водою, а тяжелыя частицы золота остаются на днѣ. Твердыя породы, заключающія золото, разбиваются въ порошокъ, его отмываютъ водою, и изъ остатка извлекаютъ золото ртутью, въ которой оно растворимо. Изъ амальгамы золота ртуть выдѣляютъ перегонкой. Золото красиваго желтаго цвѣта, сильно блеститъ и притомъ почти такъ же мягко какъ и свинецъ. Его удѣльный вѣсъ = 19,3; оно плавится при сильномъ бѣлокалильномъ жарѣ, а при высшей температурѣ улетучивается. Золото самый тягучій изъ всѣхъ металловъ; изъ него можно вытянуть чрезвычайно тонкую проволоку и выбить весьма тонкіе листы, которые пропускаютъ зеленоватый цвѣтъ. При какой бы то ни было температурѣ, золото на воздухѣ не измѣняется; сѣра на него не дѣйствуетъ, какъ на серебро; всѣ кислоты, исключая селеновой, не производятъ на него дѣйствія; но оно легко растворяется въ царской водкѣ и въ жидкостяхъ, въ которыхъ выдѣляется хлоръ. Химически чистое золото получаютъ, растворяя продажное въ царской водкѣ и прибавляя въ растворъ желѣзнаго купораса, отчего золото осаждается въ видѣ бураго порошка:

$$2AuCl^3 + 6FeSO^4 = 2Au + 2\,(Fe^2 3SO^4) + Fe^2Cl^6.$$

Чистое золото слишкомъ мягко для обработки; поэтому его сплав-

ляютъ съ серебромъ или мѣдью, отчего оно дѣлается тверже и легче плавится.

Изъ соединеній золота важнѣйшее—*трехлористое золото*, $AuCl^3$; его получаютъ въ видѣ бурой расплывающейся массы, при раствореніи золота въ царской водкѣ и выпариваніи раствора до-суха. Оно соединяется съ многими хлористыми металлами, образуя двойныя соли; какъ напр., $AuCl^3 + HCl$, $AuCl^3 + NaCl + H^2O$. Если нагрѣть трехлористое золото до температуры плавленія олова, то два пая хлора выдѣляются и остается соединеніе AuCl, *однохлористое золото*; оно бѣлаго цвѣта и въ водѣ не растворяется. При дѣйствіи на него ѣдкаго кали, оно превращается въ фіолетовый порошокъ *одноокиси золота*, Ag^2O, которое не образуетъ солей. При слабомъ нагрѣваніи раствора золота съ жженою магнезіею, получается бурый порошокъ, изъ котораго азотная кислота извлекаетъ магнезію и оставляетъ *триокись золота*, Au^2O^3. Это соединеніе распадается при слабомъ нагрѣваніи и даже при долгомъ дѣйствіи свѣта на золото и кислородъ. Триокись золота имѣетъ характеръ кислоты и даетъ соли. Золотокаліевая соль, $KAuO^2$, легко получается въ кристаллическомъ видѣ. Трехлористое золото, при дѣйствіи на него амміака, даетъ желтобурый порошокъ *гремучаго золота*, который, при слабомъ нагрѣваніи и затѣмъ ударѣ молоткомъ, чрезвычайно сильно взрываетъ.

Для опредѣленія золота въ растворѣ, прибавляютъ къ нему растворъ желѣзнаго купороса, причемъ золото осаждается въ видѣ металлическаго порошка, который легко сплавляется передъ паяльною трубкою въ металлическій королёкъ. Далѣе золото узнается по образованію золотаго или кассіева пурпура, при прибавленіи къ раствору золота смѣси однохлористаго и двухлористаго олова.

Платина.

Вѣсъ атома 197,4 = Pt.

Платина, сравнительно, рѣдкій металлъ; она встрѣчается въ самородномъ состояніи, въ наносномъ пескѣ, въ видѣ маленькихъ зеренъ, на Уралѣ, на о-вѣ Борнео, въ Новой Гренадѣ и въ Бразиліи; обыкновенно она не чиста, но сплавлена съ желѣзомъ и такъ называемыми платиновыми металлами (палладій, родій, иридій, осмій и рутеній). Первоначальныя ея залежи вѣроятно древнія наслоенныя горныя породы, въ которыхъ ее, впрочемъ, до сихъ поръ не находили.

Древнѣйшій способъ выдѣленія платины изъ этой руды состоитъ въ томъ, что руду обработываютъ царскою водкою. Кислый растворъ разбавляютъ нашатыремъ и выдѣлившійся осадокъ двойной соли хлористой платины и нашатыря, $2NH^4Cl + PtCl^2$, высушиваютъ и прокаливаютъ, причемъ платина остается въ видѣ пористой массы, называемой губчатою платиною. Ее сильно сдавливаютъ и проковываютъ въ накаленномъ состояніи, причемъ отдѣльныя частицы ея свариваются, подобно какъ въ желѣзѣ, и она дѣлается плотною и мягкою.

Въ новѣйшее время платиновую руду сплавляютъ въ известковомъ тиглѣ пламенемъ гремучаго газа; при этомъ образуется сплавъ платины съ родіемъ и иридіемъ, а другія примѣси руды, или улетучиваются при высокой температурѣ, или всасываются стѣнками тигля. Этотъ сплавъ имѣетъ нѣкоторыя преимущества передъ платиною; онъ тверже ея и даже въ царской водкѣ растворяется трудно.

Платина обладаетъ оловянно-бѣлымъ цвѣтомъ, не измѣняется на воздухѣ и плавится только въ пламени гремучаго газа; ея удѣльный вѣсъ 21.5. Кислоты на нее не дѣйствуютъ, но въ царской водкѣ она растворима. На основаніи этихъ свойствъ и по причинѣ ея трудноплавкости, она употребляется для химическихъ сосудовъ. Щелочи на нее дѣйствуютъ при калильномъ жарѣ. Платина имѣетъ свойство сгущать на своей поверхности газы, особенно когда она находится въ мелкораздробленномъ состояніи; если помѣстить губчатую платину въ гремучій газъ, то она вскорѣ накаливается и зажигаетъ газовую смѣсь.

Четыреххлористая платина, $PtCl^4$, представляетъ важнѣйшее соединеніе этого металла; изъ него получаются всѣ остальныя. Платина растворяется въ царской водкѣ красно-желтаго цвѣта. При выпариваніи раствора, получаются кристаллы, образуя жидкость $PtCl^4 + 2HCl$; при нагрѣваніи, они выдѣляютъ хлористый водородъ, а четыреххлористая платина получается въ видѣ бурой расплывчивой массы. Она образуетъ съ хлористыми щелочными металлами двойныя соли, изъ которыхъ соли калія, рубидія, цезія и аммонія весьма трудно растворяются въ водѣ и кристаллизуются въ безводномъ состояніи въ кубахъ. Натріевая соль кристаллизуется въ легко растворимыхъ большихъ желтыхъ кристаллахъ, $2NaCl + PtCl^4 + 6H^2O$.

Если подвергать четыреххлористую платину температурѣ въ 200°, то она выдѣляетъ половину хлора и превращается въ двухлористую платину, $PtCl^2$, нерастворимый въ водѣ зеленый порошокъ.

Платина образуетъ двѣ окиси, соотвѣтствующія хлористымъ соединеніямъ.

Одноокись платины PtO *и двуокись* PtO^2, обѣ съ трудомъ получаются въ чистомъ состояніи и легко распадаются на кислородъ и платину; обѣ суть основанія, соли которыхъ еще мало изслѣдованы.

При дѣйствіи амміака на двухлористую платину полученъ цѣлый рядъ замѣчательныхъ соединеній, содержащихъ платину, водородъ и азотъ, и соединяющихся съ кислотами, наподобіе амміака, въ хорошо кристаллизующіяся соли. Эти платиновыя основанія можно разсматривать, какъ соединенія аммонія, въ которомъ водородъ частію замѣщенъ двуатомною или четырехатомною платиною.

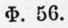
Спектральный анализъ.

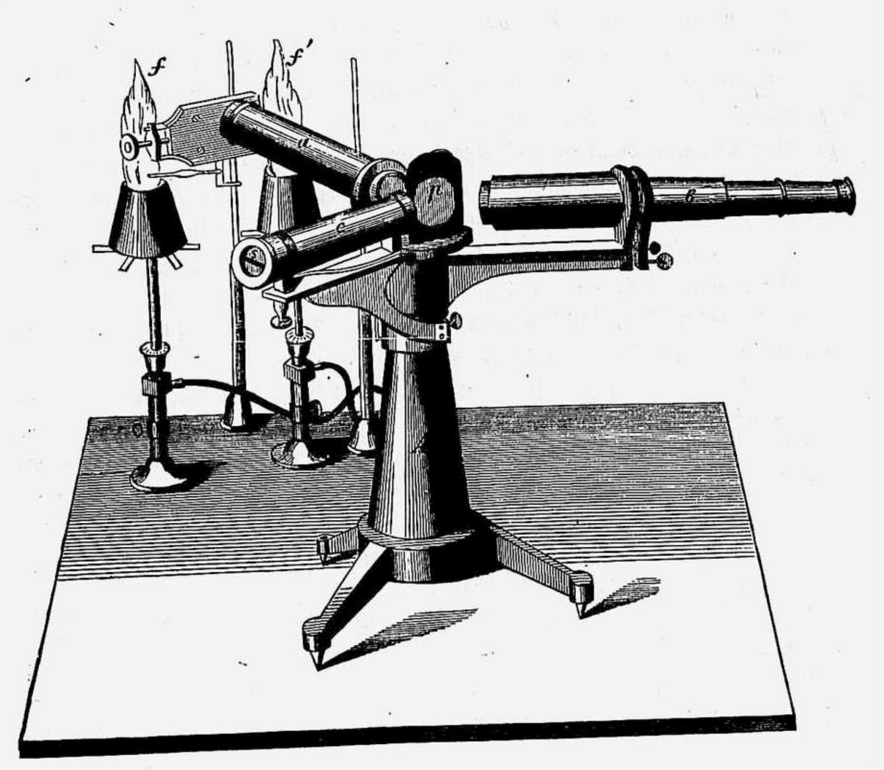
Въ предъидущемъ уже нѣсколько разъ указывалось на спектральный анализъ. Этотъ анализъ, введенный въ науку въ послѣднее время Бунзеномъ и Кирхгофомъ, отличается чрезвычайною простотою и точностью. Уже давно было извѣстно, что нѣкоторыя соединенія, именно соли щелочныхъ металловъ и металловъ щелочныхъ земель, нагрѣтые въ пламени паяльной трубки, или въ другомъ несвѣтящемъ пламени, сообщаютъ ему характерное окрашиваніе, по которому можно судить о присутствіи того или другаго металла, но только въ томъ случаѣ, когда одновременно нѣтъ другихъ веществъ окрашивающихъ пламя, потому что въ этомъ случаѣ цвѣта смѣшиваются, или уничтожаютъ другъ друга.

Соединенія натрія окрашиваютъ пламя въ желтый цвѣтъ, соединенія калія въ фіолетовый, но смѣсь обоихъ окрашиваетъ пламя въ желтый цвѣтъ, даже и тогда, когда натрія, сравнительно съ каліемъ, весьма мало; это происходитъ оттого, что желтое окрашиваніе отъ натрія гораздо сильнѣе слабаго фіолетоваго окрашиванія отъ калія. Если же, вмѣсто того чтобы разсматривать пламя невооруженнымъ глазомъ, употребить призму, то это затрудненіе исчезаетъ. Для этого употребляютъ трехстороннюю стеклянную призму; каждый свѣтовой лучъ, проходя чрезъ нее, преломляется и уклоняется отъ своего пути; для каждаго цвѣта преломленіе это различно. Поэтому, если смотрѣть чрезъ призму на источникъ бѣлаго цвѣта, напримѣръ на пла-

мя свѣчи, то увидимъ рядъ полосъ различно окрашенныхъ, потому что бѣлый цвѣтъ состоитъ изъ окрашенныхъ лучей, на которые онъ и разлагается при своемъ прохожденіи чрезъ призму. Подобный окрашенный рядъ полосъ называется *спектромъ*. Въ немъ отличаютъ семь главныхъ цвѣтовъ, называемыхъ цвѣтами радуги; съ одной стороны они начинаются краснымъ цвѣтомъ (наименѣе преломляющимся) и кончаются съ другой фіолетовымъ (наиболѣе преломляющимися лучами). Каждый чисто-бѣлый свѣтъ даетъ подобный *непрерывный спектръ* (см. таблицу спектровъ.

Если же чрезъ узкое отверстіе пропустить на призму одинъ изъ упомянутыхъ желтыхъ цвѣтовъ, то окажется, что онъ существенно отличается отъ бѣлаго цвѣта, потому что въ немъ находятся только извѣстные окрашенные лучи, и спектръ его состоитъ изъ *отдѣльныхъ свѣтлыхъ полосъ* или *линій*. Простой спектръ желтаго пламени натрія содержитъ одну желтую линію см. табл. фіолетовый цвѣтъ калія


Ф. 56.



разлагается призмою на два цвѣта, и даетъ спектръ, состоящій изъ двухъ линій, изъ которыхъ одна лежитъ во внѣшнемъ красномъ цвѣтѣ, а другая въ фіолетовомъ. Каждое простое тѣло даетъ спектръ, который состоитъ изъ свѣтлыхъ линій, положеніе которыхъ неизмѣняемо и свойственно только ему, а не какому либо другому простому тѣлу. Если въ пламени находятся одновременно калій и натрій, то въ спектрѣ его также легко отличить линіи калія отъ желтой линіи натрія, какъ бы въ томъ случаѣ, если бы натрія вовсе не было. Приборъ, употребляемый для этихъ цѣлей, называется *спектроскопомъ* (фиг. 56). Онъ состоитъ изъ призмы изъ флинтгласа *p*, которая укрѣплена на желѣзной подставкѣ; трубка *a* на концѣ обращенномъ къ источнику свѣта, закрыта пластинкой съ прорѣзаннымъ въ ней узкимъ отверстіемъ, чрезъ которое проходятъ свѣтовые лучи, и падаютъ на призму; образующійся вслѣдствіе преломленія спектръ, наблюдаютъ въ увеличительную трубку *в*, для того чтобы увеличить его изображеніе. Посредствомъ особаго устройства достигаютъ того, что можно одновременно наблюдать два различныхъ спектра и такимъ образомъ удобно сравнивать относительное положеніе ихъ линій.

Преимущества этой новой методы химическаго анализа основываются не только на простотѣ и легкости нахожденія того и другаго простаго тѣла, но и на чрезвычайной его чувствительности; важность его для науки видна уже изъ того, что посредствомъ его открыто четыре новыхъ простыхъ тѣла, хотя въ употребленіи спектральный приборъ только съ 1860 года.

Таблица спектровъ здѣсь помѣщенная представляетъ спектры щелочныхъ металловъ и металловъ щелочныхъ земель, такъ-какъ они являются въ спектроскопѣ. № 1 представляетъ солнечный спектръ, № 2 спектръ литія № 3 спектръ натрія и № 4 спектръ калія. Цезій и рубидій (5 и 6) найдены Бунзеномъ въ водѣ дуркгеймскихъ ключей и съ тѣхъ поръ были находимы во многихъ другихъ источникахъ, въ различныхъ минералахъ, какъ напр. въ слюдѣ и въ другихъ кремнеземистыхъ соединеніяхъ. Въ золѣ растеній, какъ напр., въ золѣ свекловицы, кофея, табаку, винограда, дуба, найденъ только рубидій, но не цезій. Слѣдовательно, они весьма распространены; но встрѣчаются только въ небольшихъ количествахъ. Они представляютъ столь большое сходство съ каліемъ, что, какъ было уже упомянуто, ихъ постоянно смѣшивали. Соединенія натрія даютъ въ спектроскопѣ рѣзко ограниченную чрезвычайно блестящую желтую линію (№ 3) Эта реакція принадлежитъ къ самымъ чувствительнымъ, и посред-

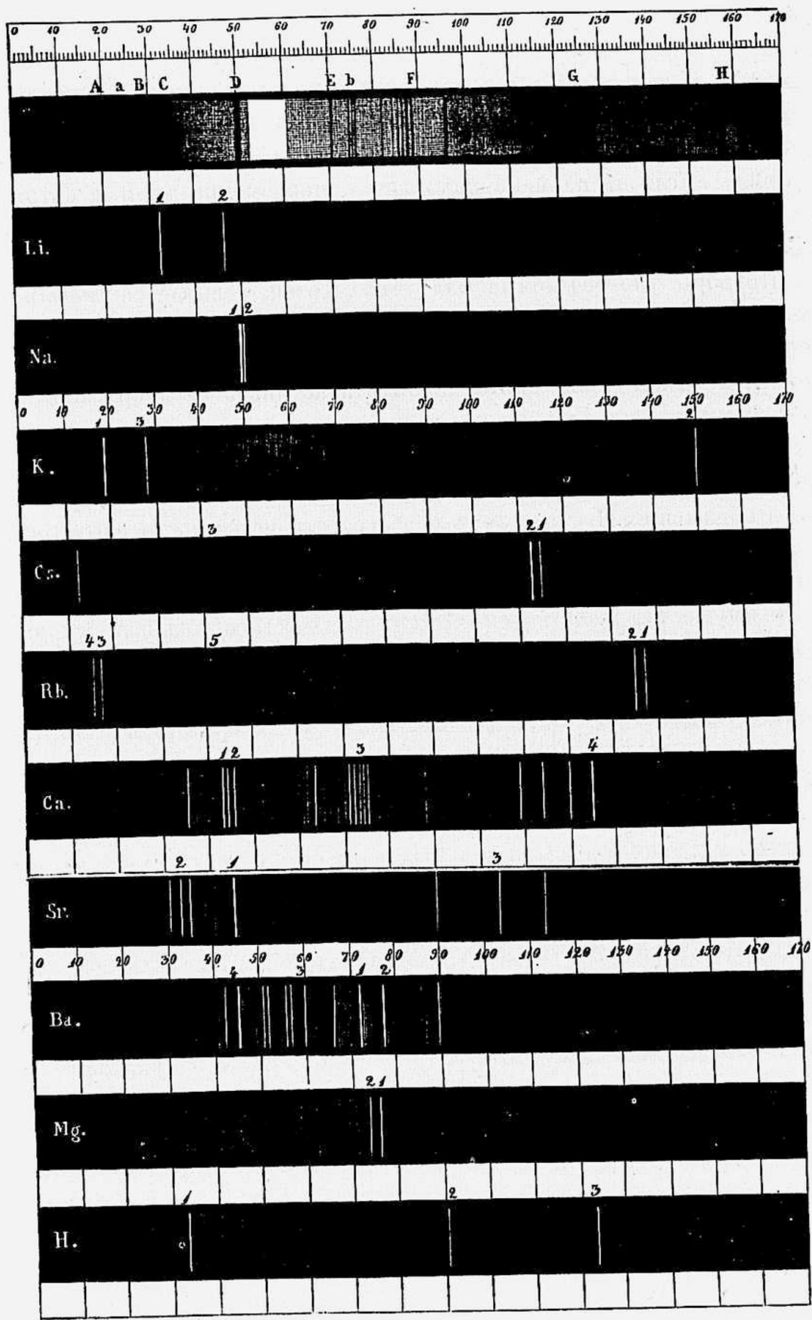


Таблица спекторовъ.

ствомъ ея можно доказать присутствіе $\frac{1}{3000000}$ миллиграмма какой либо натріевой соли. Соединенія натрія впрочемъ такъ распространены, что ихъ можно найти въ каждой пылинкѣ, и всѣ тѣла, подверженныя дѣйствію воздуха хотя на нѣсколько минутъ, показываютъ присутствіе натрія; это объясняется тѣмъ, что разбивающіяся морскія волны (а море покрываетъ двѣ трети земной поверхности) превращаются въ водяную пыль, которая, испаряясь, оставляетъ въ воздухѣ мельчайшія соляныя части ихъ, а вѣтромъ онѣ разносятся повсюду. Спектръ литія № 2 отличается по великолѣпной красной линіи, посредствомъ которой можно съ точностью найти присутствіе $\frac{1}{9000000}$ миллиграмма литіевой соли. Прежде литій находили только въ нѣкоторыхъ рѣдко встрѣчающихся минералахъ, но теперь посредствомъ спектральнаго анализа доказано, что литій весьма распространенъ. Онъ находится въ морской, во всякой рѣчной и ключевой водѣ, во многихъ минералахъ, какъ напр., въ полевомъ шпатѣ Оденвальда, въ метеорныхъ камняхъ, въ табакѣ и другихъ растеніяхъ, въ молокѣ, въ человѣческой крови. Спектры металловъ щелочныхъ земель не такъ просты, какъ щелочныхъ металловъ; спектръ барія, напримѣръ, довольно сложенъ; напротивъ того, два вновь открытыхъ металла—таллій и индій, отличаются большою простотою спектра. Спектръ перваго изъ нихъ содержитъ рѣзко ограниченную зеленую линію, не заключающуюся въ спектрѣ другихъ тѣлъ; она и подала поводъ къ его открытію. Подобнымъ же образомъ къ открытію индія послужило то обстоятельство, что при изслѣдованіи фрейбергской цинковой обманки, были замѣчены въ спектроскопѣ двѣ новыя голубыя линіи.

Достаточно одного взгляда на таблицу спектровъ, чтобы увидѣть, что линіи одного элемента не покрываются линіями другаго; такъ что если всѣ элементы находятся вмѣстѣ, то спектральныя линіи каждаго изъ нихъ обозначаются съ ясностью; но кромѣ того спектры ихъ не появляются одновременно, но одинъ за другимъ, по мѣрѣ летучести соединеній.

Характеристическіе спектры получаются не только отъ тѣлъ окрашивающихъ пламя, но и отъ всякаго тѣла металла или металлоида, будетъ ли онъ твердъ, жидокъ или газообразенъ, если только паръ его будетъ накаленъ. Многіе металлы требуютъ для этого температуры болѣе сильной, нежели какую можетъ дать газовое пламя; для этого пропускаютъ электрическія искры чрезъ два острія, состоящія

изъ даннаго металла; отъ высокой температуры, развивающейся при этомъ, часть металла испаряется и накаливается до того, что издаетъ свойственный ему свѣтъ. Этимъ способомъ, по особеннымъ спектрамъ, могутъ быть узнаны всѣ металлы, между прочими желѣзо, платина, серебро и золото. Спектры постоянныхъ газовъ тоже получаются при накаливаніи ихъ пропусканіемъ электрическихъ искръ. Если пропускаемъ ихъ чрезъ водородъ, то онѣ принимаютъ свѣтло-красный цвѣтъ и даютъ спектръ, состоящій изъ блестящей красной, зеленой и голубой линій (№ 11). Въ азотѣ онѣ принимаютъ фіолетовый цвѣтъ и даютъ спектръ состоящій изъ многихъ линій, изъ которыхъ фіолетовыя особенно блестящи.

Если пропустить бѣлый солнечный свѣтъ въ узкое отверзтіе спектроскопа, то окажется, что полученный спектръ отличается отъ непрерывнаго спектра свѣчи тѣмъ, что онъ, хотя состоитъ, подобно послѣднему, изъ окрашенныхъ полосъ, но онѣ пересѣчены большимъ количествомъ тонкихъ темныхъ линій. Эти линіи, разбросанныя по всему спектру, болѣе или менѣе рѣзко ограничены и различной степени черноты, но встрѣчаются постоянно въ солнечномъ спектрѣ и расположены въ немъ всегда на одннхъ и тѣхъ же мѣстахъ. Эти линіи были первоначально изслѣдованы извѣстнымъ оптикомъ Фраунгоферомъ и по его имени называются фраунгоферскими. Главнѣйшія изъ нихъ изображены на № 1 таблицы спектровъ. Онъ же нашелъ, что такія же точно линіи находятся въ спектрахъ луны и планетъ (отраженномъ солнечномъ свѣтѣ); но что, напротивъ того, въ спектрѣ неподвижныхъ звѣздъ встрѣчаются темныя линіи, не находящіяся въ солнечномъ спектрѣ, и онъ вывелъ отсюда заключеніе, что темныя линіи солнечнаго спектра какимъ бы то ни было образомъ, но своимъ происхожденіемъ обязаны солнцу. Фраунгоферъ сдѣлалъ другое весьма важное наблюденіе; именно, что линія натрія имѣетъ то же самое положеніе, какъ линія D въ солнечномъ спектрѣ.

Причина этого совпаденія была объяснена Кирхгофомъ; онъ показалъ, почему солнечный спектръ заключаетъ темныя линіи, и этимъ самымъ установилъ путь, слѣдуя которому, можно узнать химическій составъ солнца и неподвижныхъ звѣздъ. Объясненіе этого вытекаетъ изъ слѣдующихъ наблюденій.

Накаленное твердое или жидкое тѣло, напримѣръ известь накаленная по способу Друммонда, пламя свѣчи (содержащее накаленныя частицы угля) или накаленный до́-бѣла расплавленный металлъ, даютъ непрерывный спектръ; но накаленный газъ даетъ спектръ, состоящій изъ отдѣльныхъ свѣтлыхъ линій, которыя дѣлаются темными, если сзади накаленнаго газа находится сильный источникъ свѣта, дающій непрерывный спектръ. Пламя, въ которомъ заключается натрій, даетъ въ своемъ спектрѣ характерную желтую линію; но если чрезъ это пламя падаетъ на призму друммондовъ свѣтъ, то получается окрашенный спектръ, въ которомъ на мѣстѣ свѣтлой желтой линіи находится темная. Желтое пламя удерживаетъ всѣ лучи, обладающіе одинаковою преломляемостью съ лучами, которые испускаются имъ самимъ; поэтому свѣтлый спектръ на этомъ мѣстѣ ослабляется; тутъ является тѣнь. Подобнымъ же образомъ можно измѣнить спектръ всякаго накаленнаго газа, т. е. свѣтлыя его линіи превратить въ темныя, потому что каждое газообразное тѣло поглощаетъ лучи окрашенные одинаково съ тѣми, которые оно само испускаетъ; другими словами, оно дѣлается непрозрачно для такихъ лучей. Если сравнить свѣтлыя линіи извѣстныхъ металловъ съ темными линіями солнечнаго спектра, посредствомъ точнаго сильно увеличивающаго спектральнаго прибора, то окажется, что линія каждаго металла по положенію, по ширинѣ и по напряженности, въ точности совпадаетъ съ какою либо темною солнечною линіею. При сильномъ увеличеніи оказывается, что желтая линія натрія и линія D солнечнаго спектра, состоятъ каждая изъ двухъ линій, близко лежащихъ одна подлѣ другой. Если устроить приборъ такимъ образомъ, чтобы оба спектра одновременно помѣщались въ полѣ зрѣнія одинъ надъ другимъ, то увидимъ, что двойная линія D составляетъ продолженіе двойной натріевой линіи. Спектръ желѣза состоитъ изъ большаго числа линій; изъ нихъ около восьмидесяти изучены съ точностью, и каждой изъ нихъ въ солнечномъ спектрѣ соотвѣтствуетъ темная линія. Чѣмъ свѣтлѣе линія спектра желѣза, тѣмъ темнѣе соотвѣтствующая линія солнечнаго спектра. Теперь весьма просто можно объяснить причину фраунгоферскихъ линій въ солнечномъ спектрѣ. Онѣ происходятъ оттого, что солнечная атмосфера заключаетъ металлы въ газообразномъ состояніи. Чрезъ эту атмосферу проходитъ бѣлый свѣтъ отъ накаленнаго до́-бѣла твердаго или жидкаго солнечнаго ядра. Накаленные газы солнечной атмосферы задерживаютъ тѣ лучи, которые они сами испускаютъ и потому въ солнечномъ спектрѣ появляются темныя линіи. При сравненіи спектровъ металловъ съ солнечнымъ, было доказано существованіе въ солнечной атмосферѣ слѣдующихъ металловъ: желѣза, натрія, магнія, кальція, хрома, никкеля, барія, мѣди, цинка и водорода, доказано при

томъ съ тою степенью точности, которой только можно достигнуть при рѣшеніи какого бы то ни было вопроса естественныхъ наукъ.

Подобнымъ же образомъ можно узнать химическій составъ атмосферы неподвижныхъ звѣздъ; но трудности при этихъ опытахъ гораздо больше и полученные результаты неполны и частію неточны. Темныя линіи спектровъ неподвижныхъ звѣздъ отличаются отъ солнечныхъ и между собою, такъ что мы приходимъ къ тому заключенію, что химическій составъ атмосферы различныхъ неподвижныхъ звѣздъ — различенъ. Изслѣдованы только немногія изъ самыхъ яркихъ звѣздъ; изъ нихъ Альдебаранъ (въ созвѣздіи Тельца) содержитъ водородъ, натрій, магній, кальцій, желѣзо, теллуръ, сурьму, висмутъ и ртуть; въ весьма яркой звѣздѣ, Сиріусъ, до этого времени указали съ вѣроятностью только на присутствіе водорода, натрія и магнія.

Въ новѣйшее время было сдѣлано весьма замѣчательное наблюденіе: 15 мая 1866 года внезапно появилась въ созвѣздіи Сѣвернаго Вѣнца новая звѣзда третьей величины. Изслѣдованіе ея спектра было сдѣлано Гуггинсомъ и Миллеромъ въ Лондонѣ, которымъ мы вообще обязаны свѣдѣніямъ о химической природѣ неподвижныхъ звѣздъ. Они нашли, что спектръ ея состоялъ изъ двухъ спектровъ, въ телескопѣ покрывающихъ другъ друга; одинъ изъ нихъ, подобно солнечному, представлялъ окрашенную полосу съ темными линіями; другой состоялъ изъ трехъ свѣтлыхъ линій, сходныхъ съ линіями водорода. Судя по этому, новая звѣзда находилась въ особенныхъ условіяхъ. Она, подобно солнцу, состояла изъ раскаленнаго ядра и изъ атмосферы. Кромѣ того на ней произошло мгновенное выдѣленіе горючаго газа, вѣроятно водорода.

Свѣтъ этой звѣзды быстро ослабѣвалъ, такъ что 24 мая ее можно было наблюдать только въ зрительную трубку; при этомъ въ ея спектрѣ свѣтлыя линіи исчезли; а другой спектръ остался. Для объясненія этого явленія мы должны принять, что вслѣдствіе сильнаго переворота на этой звѣздѣ, выдѣлилось значительное количество водорода, который воспламенился и нагрѣлъ весьма сильно всю массу звѣзды; но какъ только этотъ газъ сгорѣлъ, наступило охлажденіе и звѣзда потемнѣла.

На небесномъ сводѣ наблюдаются, кромѣ планетъ и неподвижныхъ звѣздъ, такъ называемыя *туманныя пятна;* астрономы дѣлятъ ихъ на двѣ группы; къ одной относятъ такія пятна, которыя при сильномъ увеличеніи оказываются состоящими изъ скопленія мелкихъ

звѣздъ, подобно заключающимся въ Млечномъ Пути; къ другой относятъ такія туманныя пятна, въ которыхъ телескопомъ нельзя отличить ничего неоднороднаго и спектры которыхъ состоятъ изъ немногихъ свѣтлыхъ линій, какія напримѣръ даютъ водородъ, азотъ или металлы. Они, слѣдовательно, состоятъ изъ накаленной газообразной матеріи, т. е. находятся въ такомъ же состояніи, въ какомъ находилась, по общепринятому взгляду, и наша солнечная система. Спектръ ядра одной кометы оказался, при наблюденіи въ спектроскопъ, состоящимъ изъ свѣтлыхъ линій; слѣдовательно, онъ состоялъ изъ накаленнаго газа.

Спектральный анализъ введенъ въ науку только съ 1859 года; мы должны ожидать, основываясь на полученныхъ уже результатахъ, что развитіе и усовершенствованіе его приведетъ еще къ большимъ открытіямъ.

ХИМІЯ

СОЕДИНЕНІЙ УГЛЕРОДА

или

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМІЯ.

Химія соединеній углерода называется также органическою химіею, потому что растительныя и животныя вещества, содержащія углеродъ, служатъ главнымъ источникомъ для приготовленія другихъ углеродныхъ соединеній. Число ихъ весьма велико и составъ часто бываетъ гораздо сложнѣе минеральныхъ соединеній, а потому ихъ и разсматриваютъ отдѣльно, хотя образованіе ихъ происходитъ по тѣмъ же химическимъ законамъ. Извѣстныя органическія вещества отличаются главнѣйшимъ образомъ отъ всѣхъ другихъ соединеній тѣмъ, что они *организованы*. Подобное организованное строеніе мы видимъ въ *клѣточкѣ*, началѣ живыхъ организмовъ, и его искусственнымъ путемъ достигнуть нельзя, но оно всегда бываетъ слѣдствіемъ жизни; напротивъ того, огромное число неорганизованныхъ органическихъ соединеній (кристаллическія, жидкія) уже получены синтезомъ, и по всей вѣроятности и всѣ они могутъ быть приготовлены искусственно. Углеродныя соединенія представляютъ много особенностей; во-первыхъ, число ихъ весьма велико; оно болѣе числа соединеній всѣхъ другихъ элементовъ, вмѣстѣ взятыхъ, и съ каждымъ днемъ оно увеличивается вновь открываемыми соединеніями; во-вторыхъ, число атомовъ въ частицѣ каждаго углероднаго соединенія, большею частью велико; этимъ свойствомъ особенно отличаются встрѣчающіяся въ природѣ органическія соединенія; кромѣ углерода, они содержатъ одинъ, нѣсколько или всѣ слѣдующіе элементы: водородъ, кислородъ и азотъ; притомъ число атомовъ въ частицѣ ихъ

бываетъ часто весьма велико; въ частицѣ сахара, напр., число ихъ равно 45, а въ частицѣ стеарина — 173.

Причина этого заключается въ томъ, что атомы углерода способны соединяться другъ съ другомъ и образовывать группы, относящіяся какъ химическое цѣлое; эта способность въ нихъ развита несравненно больше, чѣмъ въ атомахъ другихъ элементовъ.

Углеродъ элементъ четырехатомный; простѣйшее его соединеніе это CH^4—болотный газъ. Въ немъ четыре пая водорода могутъ быть замѣщены другими элементами. Чрезъ замѣщеніе водорода одноатомнымъ хлоромъ, происходятъ слѣдующія соединенія:

$$CH^4, CH^3Cl, CH^2Cl^2, CH^3Cl, CCl^4.$$

Равнымъ образомъ четыре единицы сродства углерода могутъ быть насыщены двуатомными элементами, какъ напримѣръ въ двуокиси углерода, CO^2, въ сѣрнистомъ углеродѣ, CS^2, или трехатомнымъ и одноатомнымъ элементомъ, какъ въ синильной кислотѣ CNH и т. д.

Простѣйшій случай соединенія двухъ атомовъ углерода будетъ тотъ, когда единица сродства одного атома насыщается единицею сродства другаго; вслѣдствіе этого произойдетъ группа C^2, въ которой свободными остались шесть единицъ сродства; если онѣ насыщены водородомъ, то это будетъ углеродистый водородъ, C^2H^6, отъ котораго можно получить подобный же рядъ производныхъ, какъ и отъ болотнаго газа; въ нихъ будетъ заключаться шестиатомная группа C^2; при простѣйшемъ случаѣ соединенія трехъ атомовъ углерода, останется 8 свободныхъ единицъ сродства, при насыщеніи которыхъ водородомъ получится углеродистый водородъ, C^3H^8.

Способъ соединенія атомовъ углерода можно нагляднѣе выразить слѣдующимъ графическимъ представленіемъ:

C четырехатомный. C^2 шестиатомный. C^3 восьмиатомный.

При соединеніи четырехъ атомовъ углерода между собою, останется 10 свободныхъ единицъ сродства; при насыщеніи ихъ водородомъ получится углеродистый водородъ, C^4H^{10} и т. д. Каждый изъ этихъ углеродистыхъ водородовъ отличается отъ предъидущаго на CH^2; и дѣйствительно, прибавленіемъ CH^2 можно приготовить изъ низшаго *гомолога* высшій и такимъ-образомъ получить весь *гомологическій рядъ;* но такъ-какъ низшій членъ этого ряда можетъ быть полученъ прямымъ соединеніемъ составляющихъ его элементовъ, то понятно, что можно искусственно приготовить весьма сложныя углеродныя соединенія.

Углеродистые радикалы.

Въ каждомъ углеродистомъ водородѣ можно замѣстить одинъ, или нѣсколько паевъ водорода другими простыми тѣлами или сложными радикалами, и полученное соединеніе будетъ служить исходнымъ пунктомъ для полученія ряда соединеній, содержащихъ такое же количество паевъ углерода. Предположимъ, для простѣйшаго примѣра, что въ углеродистомъ водородѣ замѣщенъ одинъ атомъ водорода какимъ либо одноатомнымъ элементомъ или группою атомовъ. Всѣ получающіяся вслѣдствіе этого соединенія, содержатъ одну общую группу атомовъ или радикалъ, который есть въ этомъ случаѣ ничто иное, какъ первоначально взятый углеродистый водородъ, безъ атома водорода Основываясь на этомъ, можно и этотъ углеродистый водородъ разсматривать какъ соединеніе того же радикала съ водородомъ, или какъ частицу водорода, въ которой атомъ водорода замѣщенъ одноатомною группою (радикаломъ). Напримѣръ:

$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}$ водородъ $\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}$ водородистый метилъ

$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}$ водородистый этилъ $\left.\begin{matrix}C^3H^7\\H\end{matrix}\right\}$ водородистый пропилъ

При замѣщеніи водорода хлоромъ получатся:

$\left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}$ хлористый водородъ $\left.\begin{matrix}CH^3\\Cl\end{matrix}\right\}$ хлористый метилъ

$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\Cl\end{matrix}\right\}$ хлористый этилъ $\left.\begin{matrix}C^3H^7\\Cl\end{matrix}\right\}$ хлористый пропилъ.

Вмѣсто хлора можетъ вступить въ соединеніе водяной остатокъ HO (гидроксилъ); такимъ-образомъ, получится рядъ весьма важныхъ соединеній, называемыхъ спиртами, или алкоолями; ихъ можно разсматривать какъ воду, въ которой водородъ замѣщенъ углеродистымъ радикаломъ:

$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}$ O вода $\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}$ O метиловый спиртъ.

$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}$ O этиловый спиртъ $\left.\begin{matrix}C^3H^7\\H\end{matrix}\right\}$ O пропиловый спиртъ.

Замѣщеніемъ водорода другими элементами или одноатомными радикалами получается, такимъ-образомъ, цѣлый рядъ соединеній, обладающихъ нѣкоторыми общими свойствами; это зависитъ оттого, что во всѣхъ этихъ соединеніяхъ одинъ и тотъ же радикалъ.

Если отнять два атома водорода отъ насыщеннаго углеродистаго водорода, то получится двуатомная группа атомовъ или двуатомный радикалъ; отъ него снова можно произвести большое число соединеній:

$\overset{II}{C^2H^4}$ этиленъ $C^2H^4\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right.$ хлористый этиленъ

$C^2H^4\left\{\begin{matrix}HO\\HO\end{matrix}\right.$ этиленовый гликоль.

$\overset{II}{C^3H^6}$ пропиленъ $C^3H^6\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right.$ хлористый пропиленъ

$C^3H^6\left\{\begin{matrix}HO\\HO\end{matrix}\right.$ пропиленовый гликоль.

Въ другихъ органическихъ соединеніяхъ слѣдуетъ принимать радикалы трехатомные и большей атомности; въ глицерилѣ $\overset{III}{C^3H^5}$ заключается тремя атомами водорода менѣе, чѣмъ въ водородистомъ пропилѣ и поэтому это радикалъ трехатомный; онъ заключается въ слѣдующихъ соединеніяхъ:

$C^3H^5\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right.$ трихлоргидринъ

$C^3H^5\left\{\begin{matrix}HO\\HO\\HO\end{matrix}\right.$ глицериловый спиртъ или глицеринъ.

Соединенія ненасыщенныя.

Четырехатомностью углерода опредѣляется, что одинъ атомъ его не можетъ соединяться болѣе какъ съ четырьмя одноатомными элементами, или радикалами; если два атома углерода соединились между собою, то къ нимъ могутъ присоединиться только шесть одноатомныхъ элементовъ и т. д. Но существуютъ углеродистыя соединенія,

въ которыхъ не всѣ единицы сродства углерода насыщены, какъ напр. окись углерода, CO, этиленъ, C^2H^4, и т. д. Такія ненасыщенныя или недостигшія предѣла соединенія имѣютъ свойство прямо соединяться съ другими элементами или радикалами и образовать, такимъ-образомъ, соединенія насыщенныя. Напримѣръ, окись углерода и этиленъ легко соединяются съ хлоромъ и даютъ *хлорокись углерода*, $COCl^2$, и *хлористый этиленъ*, $C^2H^4Cl^2$. Этимъ свойствомъ уже не обладаютъ двуокись углерода, CO^2, и водородистый этилъ, C^2H^6, потому что они не содержатъ свободныхъ единицъ сродства. *Во всякомъ ненасыщенномъ соединеніи, количество свободныхъ единицъ сродства — четное*, а отсюда, равно какъ и изъ четырехатомности углерода вытекаетъ, что *количество атомовъ одно- и трехатомныхъ элементовъ въ каждомъ органическомъ соединеніи должно быть четное.*

Соединенія богатыя углеродомъ.

Въ тѣлахъ разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ, соединеніе атомовъ углерода между собою происходило посредствомъ насыщенія единицы сродства одного атома единицею сродства другаго. Но во многихъ органическихъ тѣлахъ атомы углерода соединены между собою большимъ количествомъ единицъ сродства. Бензинъ, C^6H^6, напр., соединеніе насыщенное, потому что въ немъ изъ 24 единицъ сродства углерода — 18 взаимно насыщены, а остальныя шесть соединены съ водородомъ.

Соединенія, въ которыхъ атомы углерода соединены первымъ способомъ, носятъ названіе *тѣлъ жирнаго ряда*, потому что они заключаютъ въ себѣ жиры и близкія ихъ производныя. Тѣ же соединенія, въ которыхъ атомы углерода соединены подобно какъ въ бензинѣ, называются *тѣлами ароматическаго ряда*.

Распаденія и соединенія углеродистыхъ радикаловъ.

Углеродистые радикалы, подобно неорганическимъ радикаламъ, суть группы атомовъ, способныя при извѣстныхъ условіяхъ къ различнымъ измѣненіямъ. При нѣкоторыхъ изъ нихъ группа атомовъ углерода остается неизмѣненною, но изъ радикала одноатомнаго происходитъ радикалъ дву - или многоатомный. Такимъ-образомъ, этиловый спиртъ, въ которомъ заключается одноатомный радикалъ-этилъ, чрезъ отнятіе воды переходитъ въ двуатомный этиленъ:

$$C^2H^6O - H^2O = C^2H^4.$$

Въ другихъ случаяхъ происходитъ распаденіе и самой углеродистой

группы. Такъ, напримѣръ, янтарная кислота дѣйствіемъ гальваническаго тока распадается на двуокись углерода, этиленъ и водородъ:

$$C^4H^6O^4 = 2CO^2 + C^2H^4 + H^2.$$

При нагрѣваніи уксусной соли съ щелочью, образуется двуокись углерода и водородистый метилъ:

$$C^2H^4O^2 = CO^2 + CH^4.$$

При подобныхъ реакціяхъ, слѣдовательно, углеродистый радикалъ распадается; но при другихъ условіяхъ радикалы разныхъ тѣлъ могутъ соединяться между собою, причемъ получается новый радикалъ. Такъ, напримѣръ, можно въ болотномъ газѣ замѣстить одинъ атомъ водорода группою метила: при этомъ получится водородистый этилъ; при замѣщеніи въ послѣднемъ водорода этиломъ, получится водородистый бутилъ, C^4H^{10} и т. д.

Въ хлористомъ метилѣ, CH^3Cl, можно замѣстить хлоръ синеродомъ; въ полученномъ синеродистомъ метилѣ, CH^3CN, два пая углерода соединены такъ же какъ въ соединеніяхъ этила, такъ что изъ этого тѣла легко получить тѣла, заключающія радикалъ этилъ.

Подобными реакціями можно, исходя изъ тѣла заключающаго одинъ атомъ углерода, получить соединенія заключающія углеродъ въ большомъ количествѣ.

Эмпирическія и раціональныя формулы.

Посредствомъ формулы изображаютъ составъ частицы даннаго соединенія. Простѣйшимъ образомъ это совершается такъ, что знаки атомовъ и число ихъ пишутся другъ подлѣ друга, напр.:

C^2H^6 водородистый этилъ.
C^2H^6O этиловый спиртъ.
C^2H^7N этиламинъ.
$C^2H^4O^2$ уксусная кислота.

Подобныя формулы называются *эмпирическими*. Но при чрезвычайно большомъ количествѣ углеродистыхъ соединеній дѣлается необходимымъ употреблять формулы, которыя давали бы представленіе о нѣкоторыхъ реакціяхъ даннаго тѣла и объ отношеніяхъ этого тѣла къ другимъ. Это особенно необходимо при такъ называемыхъ изомерныхъ (метамерныхъ) тѣлахъ, т. е. имѣющихъ одинаковый составъ но разныя физическія и химическія свойства.

Формулы выражающія это называются *раціональными формулами*.

Вышеприведеннымъ соединеніямъ можно дать слѣдующія раціональныя формулы:

$$\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\}$$ водородистый этилъ.

$$\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O$$ этиловый спиртъ.

$$\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N$$ этилъ-аминъ.

$$\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\} O$$ уксусная кислота.

Эти формулы показываютъ, что въ первыхъ трехъ соединеніяхъ заключается группа этила. Далѣе, что эта группа одноатомна, что алкооль производится отъ воды замѣщеніемъ въ ней водорода этиломъ; что строеніе этиламина подобно строенію амміака и т. д. Формула уксусной кислоты показываетъ, что эта кислота отличается отъ этиловаго спирта тѣмъ, что два атома водорода этила замѣстились однимъ атомомъ кислорода, что эта кислота, одноосновная и т. д.

Но эти раціональныя формулы не выражаютъ всѣхъ реакцій даннаго тѣла, поэтому если желаютъ расширить ихъ значеніе и показать способъ соединенія группъ атомовъ и отдѣльныхъ атомовъ съ каждымъ атомомъ углерода, то разбиваютъ подобную формулу на части, изъ которыхъ каждая содержитъ одинъ атомъ углерода; въ этомъ случаѣ формула уксусной кислоты будетъ:

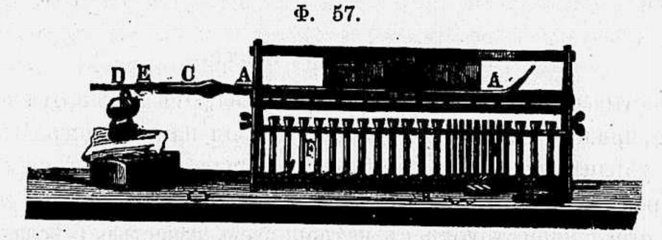
$$\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ COOH \end{matrix}\right.$$

она выражаетъ, что въ уксусной кислотѣ два соединенныхъ между собою атома углерода, (что выражается скобкою $\}$), что одинъ изъ нихъ соединенъ съ тремя атомами водорода, а другой съ однимъ атомомъ двуатомнаго кислорода и одноатомнымъ радикаломъ HO. При послѣдующемъ описаніи, мы, смотря по обстоятельствамъ, будемъ употреблять формулы и эмпирическія, и различныя раціональныя; послѣднія выражаютъ только къ какимъ реакціямъ данное тѣло способно, но не показываютъ дѣйствительную группировку атомовъ въ частицѣ или ея строеніе.

Органическій элементарный анализъ.

Всѣ органическія соединенія заключаютъ въ себѣ углеродъ и горючи; при достаточномъ количествѣ кислорода они сгараютъ въ двуокись углерода и воду. Это происходитъ при накаливаніи органическаго соединенія съ избыткомъ окиси мѣди, и на этомъ основанъ способъ опредѣленія количествъ водорода и кислорода въ органическихъ соединеніяхъ. Для этого употребляются трубки, длиною 50 до 60 сантиметровъ изъ тугоплавкаго калійнаго стекла, съ одной стороны открытыя, а съ другой вытянутыя въ тонкій закрытый кончикъ. Если анализируемое тѣло твердо, то четверть трубки наполняютъ совершенно сухою, свѣжепрокаленною окисью мѣди; затѣмъ въ трубку же кладутъ точно отвѣшенное количество соединенія (около 0,3 грамма) и тщательно перемѣшиваютъ его съ окисью мѣди посредствомъ латунной проволоки, изогнутой на концѣ на подобіе штопора

Ф. 57.



(ф. 57. B.); трубку досыпаютъ окисью мѣди и соединяютъ посредствомъ пробки съ хлоркальціевою трубкою C. Она состоитъ изъ трубки съ шарикомъ, и наполняется кусочками хорошо высушеннаго пористаго хлористаго кальція. Вода и водяной паръ задерживаются въ ней, а двуокись углерода проходитъ далѣе и поглощается ѣдкимъ кали, помѣщеннымъ въ такъ называемомъ калиаппаратѣ D, который плотно соединенъ съ хлоркальціевою трубкою посредствомъ каучука. Оба эти прибора передъ анализомъ точно взвѣшиваются. Когда приборъ собранъ, сожигательную трубку D начинаютъ нагрѣвать въ длинной печи газомъ или углями. Сначала нагрѣваютъ переднюю часть трубки, и когда окись мѣди накалилась, нагрѣваютъ понемногу и ту часть трубки, которая содержитъ смѣсь вещества съ окисью мѣди; при накаливаніи ея происходитъ сгараніе органическаго соединенія. Конецъ операціи узнаютъ потому, что черезъ калиаппаратъ не проходятъ пузырьки газа, но что ѣдкое кали начинаетъ въ немъ подниматься, поглощая двуокись углерода. Тогда отламываютъ оттянутый кончикъ трубки и, прикрѣпивъ къ калиаппарату каучуковую трубку, всасываютъ посредствомъ нея воздухъ, чтобы вытѣснить въ хлорокальціевую трубку и въ калиаппаратъ оставшіяся въ трубкѣ углекислоту и воду. Затѣмъ взвѣшиваютъ снова хлоркальціевую трубку и калиаппаратъ,

чтобы узнать количество образовавшейся двуокиси углерода и воды, зная которое уже легко вычислить, сколько углерода и водорода заключало въ себѣ взятое для анализа соединеніе.

При анализѣ жидкостей, ихъ отвѣшиваютъ въ запаянныхъ шарикахъ, и положивъ въ трубку нѣсколько окиси мѣди, отламываютъ отъ шарика кончикъ и опускаютъ шарикъ въ трубку; затѣмъ дополняютъ ее окисью мѣди и ведутъ сожиганіе, какъ было уже описано. Если сожигаемое соединеніе содержитъ азотъ, то въ переднюю часть трубки помѣщаютъ мѣдныя стружки, чтобы разрушить окислы азота, образующіеся при сожиганіи. Безъ этой предосторожности, они поглотились бы ѣдкимъ кали и опредѣленіе углерода вышло бы неточнымъ.

Опредѣленіе азота.

Азотистыя органическія соединенія выдѣляютъ весь азотъ въ видѣ амміака, при нагрѣваніи ихъ съ ѣдкимъ кали или натромъ. Въ этомъ можно убѣдиться, если нагрѣть бѣлокъ или сыръ съ ѣдкимъ кали. Для опредѣленія азота, нагрѣваютъ отвѣшенное количество соединенія въ стеклянной трубкѣ съ натронновою известью (тѣсная смѣсь ѣдкаго натра съ ѣдкою известью); выдѣляющійся амміакъ пропускаютъ чрезъ соляную кислоту, которая его поглощаетъ, образуя нашатырь; его превращаютъ въ нерастворимую двойную платиновую соль, которую уже сушатъ и взвѣшиваютъ; 100 вѣс. частей этой соли содержатъ $6{,}27$ частей азота. Этотъ способъ опредѣленія азота неприложимъ къ нѣкоторымъ органическимъ соединеніямъ, содержащимъ азотъ въ видѣ окисла, потому что окислы азота при накаливаніи съ ѣдкимъ кали не вполнѣ превращаются въ амміакъ. Въ этомъ случаѣ нагрѣваютъ соединеніе въ трубкѣ съ мѣдными стружками и окисью ртути и собираютъ выдѣляющіеся газы, состоящіе изъ двуокиси углерода и чистаго азота, въ широкой трубкѣ съ дѣленіями; двуокись углерода поглощаютъ ѣдкимъ кали, и опредѣляютъ объемъ азота, изъ котораго и выводятъ вѣсъ его, принимая въ разсчетъ температуру и давленіе.

Для опредѣленія *хлора*, *брома* и *іода* въ соединеніяхъ, ихъ прокаливаютъ въ стеклянной трубкѣ съ чистою ѣдкою известью; при этомъ образуется хлористый кальцій. Содержимое трубки растворяютъ въ слабой азотной кислотѣ, осаждаютъ хлоръ изъ раствора посредствомъ азотносеребряной соли, и взвѣшиваютъ полученное хлористое серебро. Для опредѣленія *сѣры* и *фосфора*, соединеніе нагрѣваютъ съ смѣсью соды и селитры, и опредѣляютъ по извѣстнымъ методамъ образовавшіяся сѣрную или фосфорную кислоту.

Кислородъ не можетъ быть прямо опредѣленъ; количество его узнается изъ остатка, т. е. по вычитаніи изъ вѣса всего соединенія взятаго для анализа полученныхъ количествъ его составныхъ частей. Разность и покажетъ вѣсъ кислорода.

Установленіе частичныхъ формулъ.

Чтобы удобнѣе сравнить числа, полученныя при нѣсколькихъ анализахъ, ихъ разсчитываютъ на 100 вѣс. частей взятаго вещества. Анализъ уксусной кислоты, положимъ, далъ на $0{,}395$ гр. взятой кислоты, $0{,}580$ гр. двуокиси углерода, и $0{,}235$ гр. воды; уксусная кислота содержитъ, слѣдовательно, во 100 частяхъ:

Углерода $40{,}0$
Водорода $6{,}6$
Кислорода $53{,}4$ (разность)
$100{,}0$

Если эти числа раздѣлить на вѣса атомовъ тѣхъ элементовъ, къ которымъ они относятся, то найдемъ взаимное отношеніе числа атомовъ другъ къ другу въ уксусной кислотѣ.

$$\frac{40}{12} = 3{,}3 \quad \frac{6{,}6}{1} = 6{,}6 \quad \frac{53{,}4}{16} = 3{,}3.$$

Изъ этого видно, что уксусная кислота содержитъ одинаковое число атомовъ углерода и кислорода, и вдвое большее количество атомовъ водорода. Поэтому простѣйшая ея формула будетъ CH^2O.

Но анализъ не можетъ намъ показать, дѣйствительно ли это ея частичная формула, или послѣдняя получится увеличеваніемъ этой формулы въ нѣсколько разъ. Для рѣшенія этого слѣдуетъ обратиться къ другимъ вспомогательнымъ средствамъ, именно къ химическимъ реакціямъ даннаго тѣла. Если тѣло, какъ въ этомъ случаѣ, кислота, то слѣдуетъ рѣшить вопросъ объ ея основности; одноосновна она или многоосновна; уксусная кислота одноосновна: она образуетъ одинъ рядъ солей, и потому для установленія ея частичной формулы, достаточно опредѣлить количество металла въ безводной ея соли. Этой цѣли лучше всего отвѣчаютъ серебряныя соли, такъ какъ онѣ легко получаются въ чистомъ видѣ и обыкновенно кристаллизуются въ безводномъ состояніи.

100 частей уксусносеребряной соли, послѣ прокаливанія дали

64,68 частей чистаго серебра; вѣсъ частицы этой соли, слѣдовательно, будетъ:

$$\frac{100 \times 108}{64{,}68} = 167,$$

а такъ-какъ эта соль есть уксусная кислота, въ которой 1 атомъ водорода замѣщенъ 1 атомомъ серебра, то вѣсъ частицы кислоты будетъ:

$$(167 - 108) + 1 = 60,$$

а отсюда выводится частичная формула уксусной кислоты, $C^2H^4O^2$:

$$\begin{aligned} C^2 &= 24 \\ H^4 &= 4 \\ O^2 &= 32 \\ \hline &\ 60 \end{aligned}$$

Многія изъ органическихъ соединеній имѣютъ характеръ основаній, аналогичныхъ аммiаку; они прямо соединяются съ кислотами и даютъ двойныя платиновыя соли. Опредѣляя въ ихъ соляхъ количество соляной кислоты, или количество платины, легко найти ихъ частичную формулу.

Большинство органическихъ соединеній, впрочемъ, не кислоты и не основанія, и тутъ, во многихъ случаяхъ, бываетъ не легко найти частичную формулу, особенно когда данное тѣло не летуче и не даетъ опредѣленныхъ соединеній; только подробное изученіе реакцій даннаго тѣла приводитъ насъ въ этомъ случаѣ къ цѣли. Напротивъ того, частичная формула летучихъ тѣлъ находится весьма легко; слѣдуетъ только опредѣлить плотность пара даннаго соединенія, т. е. найти во сколько разъ этотъ паръ тяжелѣе водорода, потому что для всѣхъ органическихъ соединеній существуетъ законъ, что частицы ихъ въ газообразномъ состояніи занимаютъ такой же объемъ, какъ двѣ вѣсовыя части водорода.

Плотность пара уксусной кислоты, опредѣленная опытомъ, найдена равною 30,07; частица ея, слѣдовательно вѣситъ $30{,}07 \times 2 = 60{,}14$; это послѣднее число весьма близко подходитъ къ вѣсу частицы, выведенному изъ химическихъ реакцій уксусной кислоты. Составъ ацеталя, опредѣленный анализомъ, выражается простѣйшимъ образомъ чрезъ C^3H^7O; въ этой формулѣ число паевъ водорода нечетное, поэтому ее слѣдуетъ по крайней мѣрѣ удвоить. Плотность пара ацеталя $= 59{,}8$, отсюда выводится вѣсъ частицы его $= 59{,}8 \times 2 = 119{,}6$. По формулѣ $C^6H^{14}O^2$, частичный вѣсъ ацеталя будетъ 118, число достаточно подходящее къ выведенному изъ опыта, потому что ошибки

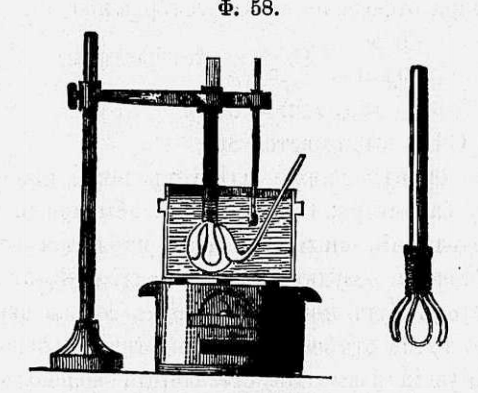
въ подобныхъ опредѣленiяхъ неизбѣжны, но все-таки предѣлы ихъ лежатъ въ извѣстныхъ границахъ, такъ что это не вліяетъ на точность методы.

Опредѣленіе плотности пара.

Опредѣлять плотность пара можно по двумъ различнымъ методамъ Можно или опредѣлять *вѣсъ* даннаго объема пара, или опредѣлять *объемъ* пара, занимаемый извѣстнымъ вѣсомъ его.

Для опредѣленія по первой методѣ, употребляютъ легкіе стеклянные шары, вмѣстимостью отъ 200 до 300 сантим; шейка ихъ вытянута въ тонкій кончикъ. Шаръ наполненный сухимъ воздухомъ взвѣшиваютъ, наблюдая въ это время температуру. Затѣмъ въ шаръ водятъ небольшое количество (отъ 5 до 10 гр.) вещества, плотность паровъ котораго желаютъ опредѣлить, и нагрѣваютъ шаръ въ масляной или параффиновой банѣ (фиг. 58) до тѣхъ поръ, пока тем-

Ф. 58.



пература ея не поднимется градусовъ на 30 выше температуры кипѣнія взятаго соединенія. Паръ его вытѣсняетъ воздухъ изъ шара и когда не замѣтно болѣе выхожденіе пара, вытянутый кончикъ запаиваютъ паяльною трубкою; затѣмъ шаръ вынимаютъ изъ бани, очищаютъ его и по охлажденіи взвѣшиваютъ. Во время запаиванія кончика, слѣдуетъ замѣтить температуру бани. Для нахожденія вмѣстимости шара, запаянный кончикъ его опускаютъ въ ртуть и подъ нею отламываютъ; ртуть входитъ въ безвоздушное пространство шара и наполняетъ его; объемъ ртути измѣряютъ въ сосудахъ съ дѣ-

леніями и такимъ-образомъ находятъ вмѣстимость шара. Плотность пара вычисляется слѣдующимъ образомъ: положимъ, для опыта былъ взятъ углеродистый водородъ C^6H^{14}.

Вѣсъ шара съ воздухомъ при $15{,}5° = 23{,}449$ гр.

» » съ паромъ при $110° = 23{,}720$ гр.

Вмѣстимость шара = 178 сантим.

1 сантим. воздуха при 0° вѣситъ 0,001293 гр.; 178 сантим. при 110° будутъ вѣсить

$$\frac{0{,}001293 \times 178 \times 273}{288{,}5} = 0{,}218 \text{ гр.}$$

Поэтому вѣсъ шара безъ воздуха будетъ равенъ:

$$23{,}449 - 0{,}218 = 23{,}231,$$

а вѣсъ пара:

$$23{,}720 - 23{,}231 = 0{,}489 \text{ гр.}$$

1 сантим. водорода при 0° вѣситъ 0,00008936 гр., а 178 сантим. при 110° будутъ вѣсить

$$\frac{0{,}00008936 \times 273 \times 110}{383} = 0{,}01134 \text{ гр.}$$

Плотность пара отсюда опредѣляется равною

$$\frac{0{,}489}{0{,}0134} = 43{,}12, \text{ а вѣсъ частицы,}$$

$$43{,}12 \times 2 = 86{,}24.$$

По формулѣ C^6H^{14} вычисляется 86.

При точныхъ опредѣленіяхъ, слѣдуетъ также принимать въ разсчетъ и высоту барометра; такъ-какъ она обыкновенно весьма мало мѣняется впродолженіи опыта, то и не наблюдая ее, можно получить довольно точные результаты для опредѣленія вѣса частицы.

О второй методѣ тутъ можно упомянуть только вкратцѣ. Небольшое количество точно отвѣшеннаго вещества помѣщаютъ въ наполненный ртутью узкій и высокій стеклянный колоколъ, раздѣленный на равные объемы; нагрѣваніемъ превращаютъ введенное тѣло въ паръ и опредѣляютъ его объемъ. Вычисленіе тутъ то же самое, какъ и при эвдіометрическихъ анализахъ.

Объ температурѣ кипѣнія и дробной перегонкѣ.

Всякое химическое соединеніе, улетучивающееся безъ измѣненія, кипитъ при постоянной температурѣ, если только давленіе остается то же самое. Въ тѣлахъ аналогичныхъ по строенію, температура кипѣнія во многихъ случаяхъ находится въ связи съ ихъ составомъ.

Такъ, напримѣръ, температура кипѣнія слѣдующихъ углеродистыхъ водородовъ, при измѣненіи состава на CH^2, возвышается на 28—29°.

	Темп. кип.	Разность.
C^6H^6 бензинъ	82°	
		29°.
C^7H^8 толуолъ	111°	
		28°.
C^8H^{10} ксилолъ	139°	
		29°.
C^9H^{12} кумолъ	168°	

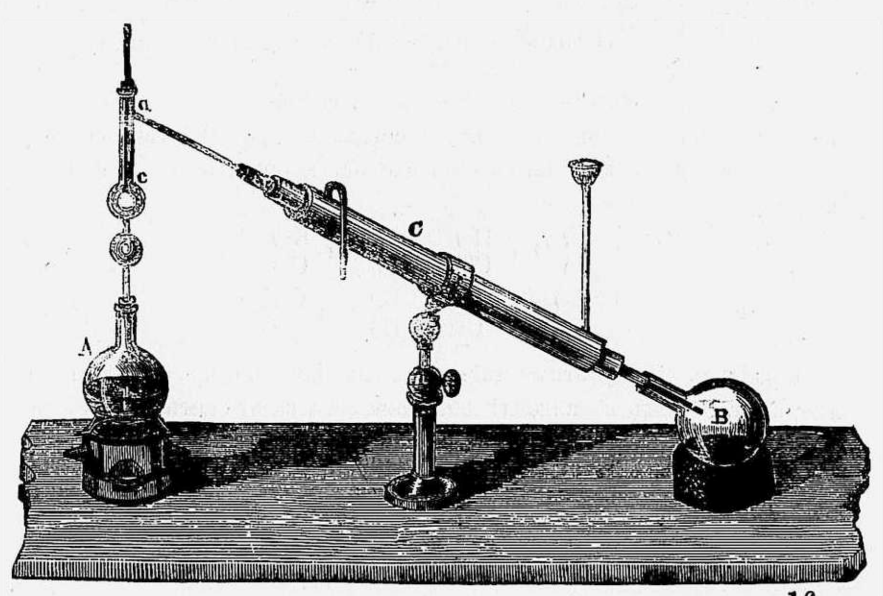
Въ слѣдующемъ ряду разность температуръ кипѣнія 22° до 24°.

	Темпер. кип.	Разность.
C^6H^{14} водородистый гексилъ	68°	
		24°.
C^7H^{16} водородистый гептилъ	92°	
		23°.
C^8H^{18} водородистый октилъ	115°	
		22°.
C^9H^{20} водородистый нонилъ	137°	
		23°.
$C^{10}H^{22}$ водородистый декатилъ	160°	

и т. д.

Изъ смѣси этихъ соединеній можно получить каждое изъ нихъ отдѣльно посредствомъ *дробной* или *франкціонированной* перегонки. Смѣсь перегоняютъ изъ колбы, со вставленной въ нее трубкою съ шарикомъ, въ которую помѣщаютъ термометръ; чрезъ боковую трубку проходитъ паръ въ холодильникъ, гдѣ онъ сгущается (Фиг. 59).

Ф. 59.



Во время перегонки, температура постоянно возвышается; перегонъ, переходящій въ извѣстныхъ границахъ температуры, напр. впродолженіи повышенія термометра на каждые 5°, собираютъ отдѣльными порціями, которыя снова перегоняютъ, собирая опять перегонъ въ извѣстныхъ границахъ температуры, и поступаютъ такимъ-образомъ до тѣхъ поръ, пока не получатся чистыя соединенія съ постоянною точкою кипѣнія.

Соединенія одноатомныхъ спиртовыхъ радикаловъ.

Принадлежащія сюда соединенія производятъ отъ достигшихъ предѣла углеродистыхъ водородовъ C^nH^{2n+2}, замѣщеніемъ въ нихъ одного атома водорода другими одноатомными элементами или группами атомовъ; поэтому принадлежащія къ этой группѣ соединенія могутъ быть сравниваемы съ соединеніями одноатомныхъ элементовъ, напр. калія или водорода. Такимъ-образомъ этиловый спиртъ, C^2H^6O, разсматриваютъ какъ воду, въ которой одинъ атомъ водорода замѣщенъ радикаломъ этиломъ, C^2H^5; подобно тому, какъ водную окись калія разсматриваютъ какъ воду, въ которой одинъ атомъ водорода замѣщенъ каліемъ.

$\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O$ водная окись калія.

$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O$ водная окись этила, или этиловый спиртъ.

При дѣйствіи соляной кислоты на ѣдкое кали, происходитъ хлористый калій и вода; такимъ же образомъ, при дѣйствіи соляной кислоты на этиловый спиртъ, происходятъ хлористый этилъ, C^2H^5Cl, и вода.

$$\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O+\left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}=\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O+\left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\}$$

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O+\left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}=\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O+\left.\begin{matrix}C^2H^5\\Cl\end{matrix}\right\}.$$

Параллель между этими двумя соединеніями можно провести далѣе; замѣщеніемъ въ алкоолѣ водянаго остатка этиломъ, получается этиловый эѳиръ $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$, соединеніе аналогичное $\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\}O$, полученному чрезъ замѣщеніе водорода въ водной окиси калія—каліемъ. Равнымъ-образомъ получены соединенія этила, соотвѣтствующія солямъ калія.

KNO^3 азотнокаліевая соль. $C^2H^5NO^3$ азотноэтиловый эѳиръ.

$\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}SO^4$ сѣрнокаліевая соль. $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}SO^4$ кислый сѣрноэтиловый эѳиръ.

$\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\}SO^4$ кислая сѣрнокаліевая соль. $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}SO^4$ сѣрноэтиловый эѳиръ.

Подобными же отношеніями обладаютъ и всѣ одноатомные спиртовые радикалы; каждый изъ нихъ, замѣщая водородъ въ амміакѣ, даетъ рядъ сложныхъ амміаковъ или аминовъ:

$N\left\{\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right.$ амміакъ. $N\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right.$ этиламинъ.

$N\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\H\end{matrix}\right.$ двуэтиламинъ. $N\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right.$ триэтиламинъ.

Подобное же замѣщеніе можетъ происходить и въ аналогичныхъ амміаку фосфористомъ водородѣ и мышьяковистомъ водородѣ:

$P\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right.$ триэтилфосфинъ.

$As\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\\CH^3\end{matrix}\right.$ триметиларсинъ.

Спиртовые радикалы соединяются съ металлами; подобныя соединенія соотвѣтствуютъ хлористымъ металламъ, въ которыхъ хлоръ замѣщенъ углеродистыми радикалами:

$Zn\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right.$ хлористый цинкъ.

$Zn\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right.$ цинкэтилъ.

$Sn\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right.$ хлористое олово.

$Sn\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right.$ станнэтилъ.

Такъ-какъ спирты составляютъ исходную точку полученія многихъ соединеній этихъ радикаловъ, то послѣдніе и называются *спиртовыми радикалами* или *остатками*. Въ слѣдующей таблицѣ помѣщены извѣст-

ные до-сихъ-поръ спирты съ обозначеніемъ ихъ формулъ и температуръ кипѣнія и плавленія:

Спирты общей формулы $C^nH^{2n+2}O$.

Названія.	Формулы.	Темп. кипѣнія.
Метиловый спиртъ	$C\,H^4\,O$	66°.
Этиловый »	$C^2\,H^6\,O$	78,4.
Пропиловый »	$C^3\,H^8\,O$	96.
Бутиловый »	$C^4H^{10}O$	109.
Амиловый »	$C^5\,H^{12}O$	132.
Гексилевый »	$C^6\,H^{14}O$	150.
Гептилевый »	$C^7\,H^{16}O$	164.
Октилевый »	$C^8\,H^{18}O$	180.
Декатиловый »	$C^{10}H^{22}O$	212.
		Температура плавленія.
Цетиловый спиртъ	$C^{16}H^{34}O$	20°.
Цериловый »	$C^{27}H^{56}O$	79.
Мирициловый »	$C^{30}H^{62}O$	75.

Метиловыя соединенія.

Метиловый спиртъ, $\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}O$, образуется при сухой перегонкѣ дерева, а потому называется также *древеснымъ спиртомъ*. Эѳирное масло Гаультеріи (Gaultheria procumbens) содержитъ его въ соединеніи съ салициловою кислотою. Метиловый спиртъ можно приготовить синтезомъ изъ составляющихъ его элементовъ: въ началѣ приготовляется болотный газъ, а изъ него метиловый спиртъ. Для полученія спирта въ чистомъ видѣ, продуктъ сухой перегонки дерева перегоняютъ нѣсколько разъ надъ известью, чтобы удалить уксусную кислоту и нѣкоторыя другія примѣси, и затѣмъ, все еще изъ несовершенно чистаго метиловаго спирта, приготовляютъ щавелевый эѳиръ его, $\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\}C^2O^4$, который кристаллизуется, и потому можетъ быть полученъ въ чистомъ видѣ; эѳиръ этотъ при перегонкѣ съ водою распадается на метиловый спиртъ и щавелевую кислоту:

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\}C^2O^4+2\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O=\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}C^2O^4+2\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Воду отъ него отдѣляютъ вторичною перегонкою надъ сженною известью и такимъ-образомъ получаютъ чистый метиловый спиртъ,

въ видѣ безцвѣтной жидкости, кипящей при 66°, съ удѣльнымъ вѣсомъ при 0°—0,8142. Онъ горитъ блѣднымъ пламенемъ. Метиловый спиртъ пахнетъ подобно этиловому; также какъ этотъ послѣдній смѣшивается во всѣхъ пропорціяхъ съ водою, растворяетъ смолы и летучія масла и вообще, какъ горючій матеріалъ и какъ растворитель, можетъ замѣнить этиловый спиртъ. Натрій растворяется въ немъ съ выдѣленіемъ водорода, образуя метилатъ натрія, $\left.\begin{matrix}CH^3\\Na\end{matrix}\right\}O$; калій дѣйствуетъ также. Окисляющими средствами метиловый спиртъ превращается въ муравьиную кислоту; при перегонкѣ его надъ бѣлильною известью образуется хлороформъ. Весьма интересно дѣйствіе на него крѣпкой сѣрной кислоты. При смѣшеніи обѣихъ жидкостей, отдѣляется много теплоты, и первымъ продуктомъ реакціи являются сѣрнометиловая кислота $\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}SO^4$ и вода. При нагрѣваніи этого соединенія съ другою частицею метиловаго спирта, происходитъ дальнѣйшее замѣщеніе водорода метиломъ; но оно можетъ совершиться въ двухъ противоположныхъ другъ другу направленіяхъ; если въ смѣси былъ избытокъ сѣрной кислоты, то происходитъ средній сѣрнометиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\}SO^4$:

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}SO^4+\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}O=\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\}SO^4+\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O,$$

въ противномъ случаѣ образуется метиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\}O$:

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}SO^4+\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}O=\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\}O+\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}SO^4.$$

Сѣрнометиловая кислота или кислый сѣрнометиловый эѳиръ представляетъ бѣлые, расплывчивые кристаллы; это одноосновная кислота, дающая одинъ рядъ кристаллическихъ солей. Метиловый эѳиръ есть безцвѣтный газъ съ пріятнымъ эѳирнымъ запахомъ; при—21° онъ сгущается въ безцвѣтную жидкость.

Водородистый метилъ или болотный газъ, $\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}$, образуется, какъ выше было упомянуто, при медленномъ разложеніи органическихъ веществъ безъ доступа воздуха, и потому встрѣчается въ копяхъ каменнаго угля и въ газахъ отдѣляющихся со дна стоячихъ водъ. Его приготовляютъ нагрѣвая смѣсь уксуснонатріевой соли съ ѣдкимъ нат-

ромъ, причемъ образуются водородистый метилъ и угленатріевая соль:

$$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CO^2\,Na\end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}Na\\Na\end{matrix}\right\}CO^3.$$

Водородистый метилъ образуется почти постоянно при сухой перегонкѣ органическихъ веществъ и составляетъ одну изъ главныхъ частей свѣтильнаго газа. При пропусканіи смѣси сѣрнистаго водорода и паровъ сѣрнистаго углерода надъ раскаленною мѣдью, образуется водородистый метилъ; слѣд., въ этомъ случаѣ онъ получается соединеніемъ составляющихъ его элементовъ. Онъ представляетъ газъ безъ цвѣта и запаха, горящій слабо-свѣтящимъ пламенемъ и образующій съ воздухомъ взрывчатую смѣсь; онъ противостоитъ дѣйствію окисляющихъ веществъ и не измѣняется даже крѣпкою азотною кислотою; съ хлоромъ, на разсѣянномъ дневномъ свѣтѣ, онъ вступаетъ въ реакцію, образуя продукты замѣщенія водорода хлоромъ; изъ нихъ важнѣйшіе: хлористый метилъ, CH^3Cl, хлороформъ, $CHCl^3$, и четыреххлористый углеродъ, CCl^4; на солнечномъ свѣтѣ, дѣйствіе на него хлора сопровождается взрывомъ и выдѣленіемъ угля.

Хлористый метилъ, CH^3Cl, есть главный продуктъ реакціи равныхъ объемовъ хлора и болотнаго газа. Обыкновенно, это соединеніе приготовляютъ нагрѣвая смѣсь метиловаго спирта, поваренной соли и сѣрной кислоты. Хлористый метилъ есть безцвѣтный, пріятно пахнущій газъ, сгущающійся при — 20° въ безцвѣтную жидкость; онъ горитъ красивымъ зеленымъ пламенемъ. При нагрѣваніи его до 100° въ запаянныхъ сосудахъ, долгое время, съ ѣдкимъ кали, образуется метиловый спиртъ:

$$CH^3Cl + \left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\}.$$

Бромистый метилъ и *іодистый метилъ* суть безцвѣтныя жидкости, образующіяся при дѣйствіи брома или іода и фосфора на метиловый спиртъ. При сильномъ нагрѣваніи іодистаго метила съ водою и цинкомъ въ запаянныхъ сосудахъ, происходитъ водородистый метилъ:

$$2CH^3J + Zn + H^2O = 2\left\{\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right. + ZnJ^2.$$

Хлороформъ, $CHCl^3$, представляетъ одинъ изъ продуктовъ дѣйствія хлора на болотный газъ; для его приготовленія въ большихъ размѣрахъ, перегоняютъ метиловый или этиловый спиртъ съ растворомъ бѣлильной извести. Онъ представляетъ безцвѣтную подвижную жидкость, кипящую при 62°; удѣльный вѣсъ ея при 0° = 1,525. При вдыханіи

паровъ хлороформа, является временная нечувствительность къ внѣшнимъ болямъ; поэтому онъ часто употребляется при хирургическихъ операціяхъ.

Четыреххлористый углеродъ, CCl^4, есть окончательный продуктъ дѣйствія хлора на болотный газъ; онъ образуетъ тяжелую, безцвѣтную жидкость, кипящую при 77°. При дѣйствіи на него воды и амальгамы натрія, происходитъ постепенное обратное замѣщеніе хлора водородомъ; окончательнымъ продуктомъ реакціи *обратнаго замѣщенія* является опять болотный газъ.

Синеродистый метилъ $\left.\begin{matrix}CH^3\\CN\end{matrix}\right\}$. Это есть безцвѣтная жидкость съ сильнымъ непріятнымъ запахомъ, кипящая при 77°. Она получается при перегонкѣ смѣси синеродистаго калія съ метилосѣрнокаліевою солью:

$$\left.\begin{matrix}K\\CN\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}CH^3\\K\end{matrix}\right\}SO^4 = \left.\begin{matrix}CH^3\\CN\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\}SO^4.$$

Какъ уже было упомянуто, въ этомъ тѣлѣ паи углерода соединены также какъ въ соединеніяхъ этила, и изъ синеродистаго метила нельзя простыми способами обратно получить соединенія метила; напротивъ того, соединенія этила получаются изъ него легко; такъ напр., синеродистый метилъ соединяется съ водородомъ въ моментъ его выдѣленія образуя этиламинъ, $N\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right.$:

$$NC^2H^3 + 2H^2 = N\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right..$$

Диметилъ, $\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right.$. Этотъ углеродистый водородъ происходитъ при нагрѣваніи іодистаго метила съ цинкомъ въ запаянныхъ сосудахъ до 150°; образуется іодистый цинкъ и диметилъ, который представляетъ безцвѣтный газъ, горящій слабо свѣтящимъ пламенемъ; подобно водородистому метилу онъ упорно противостоитъ дѣйствію на него различныхъ тѣлъ. Формула его C^2H^6, т. е. удвоенная формула метила; прежде принимали, что это радикалъ метилъ въ свободномъ состояніи. Но на образованіи этого соединенія мы снова встрѣчаемся съ случаемъ соединенія двухъ атомовъ углерода въ одну группу, и происхожденія вслѣдствіе этого высшаго гомолога водородистаго метила. Въ связи съ этимъ находится тотъ фактъ, что первымъ про-

дуктомъ дѣйствія на него хлора является хлористый этилъ, C^2H^5Cl, гомологъ хлористаго метила.

Этиловыя соединенія.

Этиловый спиртъ, C^2H^6O (обыкновенный винный спиртъ), приготовляется въ большихъ размѣрахъ и часто употребляется въ практикѣ. Онъ есть исходный пунктъ полученія разныхъ соединеній этила, весьма хорошо изученныхъ.

Этиловый спиртъ образуется при спиртовомъ броженіи сахара, который, въ присутствіи дрождей, распадается главнымъ образомъ на двуокись углерода и спиртъ. Объ другихъ побочныхъ соединеніяхъ, образующихся при броженіи, будетъ упомянуто впослѣдствіи, при болѣе подробномъ описаніи броженія. Спиртовые напитки приготовляются броженіемъ сахаристыхъ жидкостей, какъ напр. винограднаго сока, хлѣбнаго затора и т. д. Перегонкою выдѣляютъ изъ нихъ водный спиртъ, который многократно перегоняютъ, собирая первыя порціи. Онѣ состоятъ изъ болѣе крѣпкаго спирта, кипящаго при низшей температурѣ, чѣмъ вода. Но одною перегонкою нельзя отдѣлить отъ спирта всю воду. Самый крѣпкій спиртъ, полученный такимъ-образомъ, содержитъ еще 10% воды. Для приготовленія безводнаго или *абсолютнаго* спирта, прибавляютъ къ водному такихъ веществъ, которыя имѣютъ сильное стремленіе соединяться съ водою. Лучше всего можетъ служить для этого свѣже-прокаленная известь; ее оставляютъ со спиртомъ долгое время въ перегонномъ сосудѣ, а потомъ спиртъ въ безводномъ состояніи отгоняютъ.

Этиловый спиртъ можетъ быть полученъ синтезомъ слѣдующимъ путемъ: чрезъ прямое соединеніе углерода съ водородомъ получается ацетиленъ, C^2H^2 (стр. 67), который, какъ соединеніе непредѣльное, соединяется съ водородомъ, образуя этиленъ, C^2H^4. Этотъ послѣдній поглощается сѣрною кислотою, причемъ образуется сѣрноэтиловая кислота:

$$C^2H^4 + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} SO^4 = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\} SO^4.$$

При кипяченіи съ водою, она распадается на спиртъ и сѣрную кислоту:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\} SO^4 + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} SO^4.$$

Чистый этиловый спиртъ представляетъ безцвѣтную легко подвижную жидкость, съ жгучимъ вкусомъ и пріятнымъ спиртовымъ запа-

хомъ. Удѣльный вѣсъ его при 0° равенъ $0{,}8095$, а при $15{,}5° = 0{,}7939$. При нормальномъ давленіи, онъ кипитъ при 78,4°. На самомъ сильномъ холоду (—100°), онъ не твердѣетъ, но только густѣетъ. Онъ горитъ голубоватымъ не свѣтящимъ пламенемъ, притягиваетъ влажность изъ воздуха, и во всѣхъ пропорціяхъ соединяется съ водою, причемъ развивается теплота и замѣчается уменьшеніе въ объемѣ. Спиртъ растворяетъ смолы, жиры, летучія масла и многія другія въ водѣ нерастворимыя вещества; многіе соли и газы также въ немъ растворимы. Весьма важно имѣть возможность легко и точно опредѣлять количество спирта въ спиртовыхъ жидкостяхъ, такъ-какъ отъ этого зависитъ ихъ достоинство. Если водный спиртъ не содержитъ въ растворѣ постороннихъ тѣлъ, напр. сахара, то крѣпость его опредѣляютъ ареометромъ, который покажетъ его удѣльный вѣсъ; отъискавъ въ особо составленной таблицѣ соотвѣтствующее найденному удѣльному вѣсу содержаніе спирта, мы узнаемъ крѣпость изслѣдуемаго воднаго спирта. При этомъ слѣдуетъ дѣлать поправку на температуру, если опредѣленіе удѣльнаго вѣса происходитъ не при той температурѣ, при которой ареометръ былъ раздѣленъ, потому что спиртъ отъ теплоты значительно расширяется.

Содержаніе алкооля въ спиртныхъ напиткахъ весьма различно. Различные сорта водокъ содержатъ его отъ 40 до 50 проц.; вина отъ 17-ти (портвейнъ, мадера) до 7 или 8 проц. (легкія французскія и нѣмецкія вина); крѣпкое англійское пиво содержитъ его отъ 6 до 8 проц., а нѣмецкіе сорта пива около 4 проц.

При пропусканіи паровъ спирта чрезъ накаленную трубку, получаются различные продукты, какъ напр.: водородъ, болотный газъ, этиленъ, бензинъ, нафталинъ и т. д. Алкооль, при дѣйствіи на него окисляющихъ средствъ, превращается спачала въ алдегидъ, а потомъ въ уксусную кислоту; щелочные металлы растворяются въ спиртѣ, причемъ изъ него выдѣляется водородъ и образуются этилаты, напр. этилатъ калія, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\K\end{matrix}\right\} O$. Со многими кислотами спиртъ вступаетъ въ двойное разложеніе, особенно при нагрѣваніи; при этомъ этилъ вступаетъ на мѣсто водорода кислоты.

Этиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\} O$. Это соединеніе, называемое обыкновенно просто *эѳиромъ*, можетъ быть получено весьма различными путями. Одна изъ простѣйшихъ реакцій его образованія есть дѣйствіе

этилата калія на іодистый этилъ, причемъ происходитъ двойное разложеніе:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\J\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}K\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}K\\J\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O.$$

Въ большихъ размѣрахъ его приготовляютъ, нагрѣвая смѣсь спирта и сѣрной кислоты до 140°; при этомъ происходятъ двѣ реакціи: вначалѣ образуется сѣрноэтиловая кислота и вода:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}SO^4 = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}SO^4.$$

Образовавшаяся сѣрновинная кислота дѣйствуетъ при 140° на новое количество спирта и образуетъ сѣрную кислоту и эѳиръ.

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}SO^4 = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}SO^4 + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O.$$

Образующійся эѳиръ и вода перегоняются, а сѣрная кислота остается; поэтому если по мѣрѣ улетучиванія эѳира и воды, приливать спиртъ, то образованіе эѳира не будетъ прерываться, и небольшаго количества сѣрной кислоты достаточно для превращенія произвольнаго количества спирта въ эѳиръ.

Эѳиръ представляетъ безцвѣтную, сильно подвижную жидкость, съ особеннымъ проницательнымъ запахомъ и жгучимъ вкусомъ. Онъ кипитъ при 34,5°, горитъ свѣтящимъ пламенемъ, и удѣльный вѣсъ его при 0° равенъ 0,736. Онъ нѣсколько растворимъ въ водѣ, но не смѣшивается съ нею во всѣхъ пропорціяхъ. Наоборотъ, со спиртомъ онъ смѣшивается и эта смѣсь употребляется въ медицинѣ подъ названіемъ *гофманскихъ капель*. Пары эѳира въ 37 разъ тяжелѣе водорода и ихъ можно переливать изъ одного сосуда въ другой, подобно двуокиси углерода. Пары эѳира легко воспламеняются въ прикосновеніи съ накаленнымъ тѣломъ; поэтому при обращеніи съ большими количествами эѳира слѣдуетъ соблюдать осторожность, и держать въ отдаленіи горящія тѣла, такъ-какъ онъ по причинѣ низкой температуры кипѣнія легко испаряется. При дѣйствіи окисляющихъ средствъ, эѳиръ даетъ тѣ же продукты, какъ и спиртъ.

Смѣшанные эѳиры, или эѳиры содержащіе два спиртовые радикала, происходятъ при дѣйствіи каліеваго или натріеваго производнаго одного спирта на іодангидридъ другаго; такимъ-образомъ изъ метилата калія и іодистаго этила полученъ смѣшанный метилоэтиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C\,H^3\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\J\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}CH^3\\K\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}K\\J\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C\,H^3\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O.$$

Этотъ же эѳиръ образуется при нагрѣваніи сѣрнометиловой кислоты съ этиловымъ спиртомъ. Въ слѣдующей таблицѣ приведены изслѣдованные до сего времени простые и смѣшанные эѳиры:

			Температура кипѣнія.
Метиловый эѳиръ: . . .	C^2H^6O =	$\left.\begin{matrix}C\,H^3\\C\,H^3\end{matrix}\right\}O$	—21°
Этилометиловый.	C^3H^8O —	$\left.\begin{matrix}C\,H^3\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$	+12
Этиловый.	$C^4H^{10}O$ =	$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$	34,5
Метилоамиловый.	$C^6H^{14}O$ =	$\left.\begin{matrix}C\,H^3\\C^5H^{11}\end{matrix}\right\}O$	92
Этилобутиловый.	$C^6H^{14}O$ =	$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^4H^9\end{matrix}\right\}O$	80
Этилоамиловый.	$C^7H^{16}O$ =	$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^5H^{11}\end{matrix}\right\}O$	112
Бутиловый.	$C^8H^{18}O$ =	$\left.\begin{matrix}C^4H^9\\C^4H^9\end{matrix}\right\}O$	104
Этилогексилевый. . . .	$C^8H^{18}O$ =	$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^6H^{13}\end{matrix}\right\}O$	132
Амиловый.	$C^{10}H^{22}O$ =	$\left.\begin{matrix}C^5H^{11}\\C^5H^{11}\end{matrix}\right\}O$	170

Водородистый этилъ, C^2H^6. Объ образованіи этого тѣла изъ метиловыхъ соединеній было упомянуто при описаніи диметила. Оно получается также изъ іодистаго этила при нагрѣваніи его съ водой и цинкомъ въ запаянныхъ трубкахъ до 150°:

$$2\left.\begin{matrix}C^2H^5\\J\end{matrix}\right\} + 2Zn + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O = 2C^2H^6 + ZnJ^2 + ZnO.$$

Водородистый этилъ есть безцвѣтный газъ, не сгущающійся въ жидкость; смѣшанный съ равнымъ объемомъ хлора, онъ превращается на разсѣянномъ дневномъ свѣтѣ, главнымъ образомъ, въ хлористый этилъ, C^2H^5Cl; избытокъ хлора даетъ дальнѣйшіе продукты замѣщенія, изъ которыхъ послѣдній—треххлористый углеродъ, C^2Cl^6.

Хлористый этилъ, C^2H^5Cl, получается при нагрѣваніи спирта насыщеннаго хлористымъ водородомъ, или при дѣйствіи на холоду пятихлористаго фосфора на спиртъ:

$$5\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O + PCl^5 = 5C^2H^5Cl + H^3PO^4 + H^2O.$$

Это есть безцвѣтный газъ, сгущающійся въ охладительной смѣси въ

подвижную жидкость, кипящую при + 12,5°, и сгарающею красивымъ зеленымъ пламенемъ.

Бромистый этилъ, C^2H^5Br, и *іодистый этилъ*, C^2H^5J, образуются при дѣйствіи на спиртъ фосфора и брома, или іода. Іодистый этилъ есть безцвѣтная тяжелая жидкость, кипящая при 72°; удѣльный вѣсъ ея при 0° равенъ — 1,946. Она бурѣетъ при дѣйствіи свѣта отъ выдѣленія іода. Іодистый этилъ весьма легко вступаетъ въ реакціи, и потому важенъ для приготовленія другихъ этиловыхъ соединеній.

Синеродистый этилъ, C^2H^5CN, представляетъ жидкость, съ непріятнымъ запахомъ, кипящую при 98°; она получается при дѣйствіи синеродистаго калія на калійную соль сѣрноэтиловой кислоты или на іодистый этилъ; водородъ въ моментъ выдѣленія превращаетъ его въ пропиламинъ; при кипяченіи съ ѣдкимъ кали, синеродистый этилъ выдѣляетъ азотъ въ видѣ амміака и образуетъ пропіоновокаліевую соль. По этимъ реакціямъ его можно считать азотистымъ производнымъ пропиловаго ряда, и дѣйствительно синеродистый этилъ легко образуется при нагрѣваніи пропіоноамміачной соли съ пятиокисью фосфора (для выдѣленія воды):

$$NH^4C^3H^5O^2 - 2H^2O = C^3H^5N = C^2H^5CN.$$

Азотистоэтиловый эѳиръ, $C^2H^5NO^2$, (азотистый эѳиръ) происходитъ съ другими продуктами окисленія при дѣйствіи азотной кислоты на спиртъ, и при пропусканіи триокиси азота въ спиртъ:

$$N^2O^3 + 2C^2H^6O = 2NO^2C^2H^5 + H^2O.$$

Азотистый эѳиръ кипитъ при 18°, и обладаетъ пріятнымъ запахомъ яблоковъ. Спиртовой растворъ его употребляется въ медицинѣ.

Азотноэтиловый эѳиръ, $C^2H^5NO^3$, онъ образуется при прямомъ смѣшеніи азотной кислоты и спирта только при сильномъ охлажденіи и когда оба соединенія совершенно чисты. Если же азотная кислота содержитъ азотистую, то образуется только азотистый эѳиръ; этому можно воспрепятствовать, прибавляя къ такой азотной кислотѣ соединеніе, разрушающее азотистую кислоту, напр. мочевину; при такихъ условіяхъ образуется азотный эѳиръ. Онъ представляетъ безцвѣтную, пріятно пахнущую жидкость, кипящую при 86°.

Сѣрнистоводородный этилъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}S$, (меркаптанъ); его можно разсматривать какъ спиртъ, въ которомъ кислородъ замѣщенъ сѣрой. Онъ получается въ видѣ безцвѣтной жидкости, при пропусканіи хлористаго этила въ сѣрнистоводородный калій; кипитъ онъ при 36°, и подобно всѣмъ органическимъ соединеніямъ сѣры, обладаетъ весьма непріятнымъ чесночнымъ запахомъ. Въ меркаптанѣ легко замѣстить

водородъ металлами, причемъ образуются соединенія, сходныя съ солями и называемыя *меркаптидами*. Ртутное соединеніе образуетъ бѣлые, блестящіе кристаллы, нерастворимые въ водѣ.

Сѣрнистый этилъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}S$; это соединеніе находится въ такомъ же отношеніи къ меркаптану, какъ эѳиръ къ спирту; онъ получается при дѣйствіи хлористаго этила на спиртовый растворъ сѣрнистаго калія. Онъ представляетъ безцвѣтную жидкость, съ противнымъ запахомъ, кипящую при 91°. Съ іодистымъ этиломъ онъ соединяется въ кристаллическое тѣло *сѣрноіодистый этилъ*, $3(C^2H^5)SJ$, въ которомъ іодъ можно замѣстить бромомъ, хлоромъ и кислотными радикалами и такимъ-образомъ получить рядъ солей.

При дѣйствіи воды и окиси серебра на сѣрноіодистый эѳиръ, выдѣляется іодистое серебро и образуется водная окись этилсульфина, $\left.\begin{matrix}3(C^2H^5)S\\H\end{matrix}\right\}O$, имѣющая сильно щелочную реакцію, подобно ѣдкому кали; она и образуетъ основаніе этилсульфиновыхъ солей.

Сѣрноэтиловая кислота, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}SO^4$. Она получается, какъ выше было упомянуто, при смѣшеніи спирта съ крѣпкою сѣрною кислотою, или при поглощеніи ею этилена. Отъ избытка сѣрной кислоты, она легко отдѣляется насыщеніемъ разбавленной водою кислой жидкости углебаріевою солью; нерастворимая сѣрнобаріевая соль осаждается, а растворъ содержитъ сѣрноэтиловобаріевую соль; свободная кислота получается прибавленіемъ въ этой соли такого количества сѣрной кислоты, какое необходимо для осажденія барія; растворъ выпариваютъ въ безвоздушномъ пространствѣ. Сѣрноэтиловая кислота получается въ видѣ сиропообразной жидкости; она одноосновна, соли ея кристаллизуются и всѣ растворимы въ водѣ. Такъ-какъ онѣ легко вступаютъ въ реакціи, то ими часто пользуются для приготовленія другихъ этиловыхъ соединеній.

Сѣрноэтиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}SO^4$, получается при пропусканіи паровъ триокиси сѣры въ охлажденный эѳиръ; изъ этого видно, что образованіе этого эѳира вполнѣ аналогично образованію сѣрной кислоты изъ триокиси сѣры и воды. Сѣрноэтиловый эѳиръ представляетъ жидкость съ запахомъ мяты; при перегонкѣ онъ разлагается, и съ водою даетъ сѣрноэтиловую кислоту и спиртъ.

Фосфорноэтиловые эѳиры. Трехосновная фосфорная кислота мо-

жетъ постепеннымъ замѣщеніемъ водорода этиломъ образовать нѣсколько эѳировъ, подобно тому какъ она образуетъ нѣсколько солей; дѣйствительно получены:

$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H^2\end{matrix}\right\}$ PO^4 этилофосфорная кислота.

$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}$ PO^4 двуэтилофосфорная кислота.

$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}$ PO^4 фосфорноэтиловый эѳиръ.

Первая кислота двуосновна; вторая—одноосновна; фосфорноэтиловый эѳиръ получается при дѣйствіи іодистаго этила на фосфорносеребряную соль въ видѣ безцвѣтной жидкости, кипящей при 215°.

Углеэтиловые эѳиры. Двуосновная углекислота даетъ два эѳира. При пропусканіи двуокиси углерода въ спиртовой растворъ этилата калія, получается углеэтиловокалійная соль, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\K\end{matrix}\right\}$ CO^3, въ видѣ бѣлаго осадка. Сама углеэтиловая кислота неизвѣстна, потому что она тотчасъ распадается на двуокись углерода и спиртъ. Углеэтиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}$ CO^3, образуется при дѣйствіи іодистаго этила на углесеребряную соль и представляетъ жидкость съ эѳирнымъ запахомъ, кипящую при 126°.

Борноэтиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}$ BO^3, есть безцвѣтная жидкость, горящая красивымъ зеленымъ пламенемъ; она получается при дѣйствіи безводнаго спирта на хлористый боръ.

Кремнеэтиловые эѳиры. Кремневая кислота даетъ нѣсколько эѳировъ; они получаются при дѣйствіи спирта на хлористый кремній. Эѳиръ, соотвѣтствующій нормальной кремневой кислотѣ, H^4SiO^4, имѣетъ формулу $4(C^2H^5)SiO^4$, и представляетъ безцвѣтную, летучую жидкость, которая горитъ, распространяя густой дымъ двуокиси кремнія.

Діэтилъ $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\} = C^4H^{10}$. Этотъ углеродистый водородъ образуется при нагрѣваніи іодистаго этила до 150°, въ запаянной трубкѣ, съ цинкомъ. Онъ представляетъ безцвѣтный газъ, сгущающійся подъ давленіемъ въ безцвѣтную жидкость. Прежде его принимали за свободный радикалъ этилъ; но ни при какой реакціи онъ не даетъ этиловыхъ соединеній. Какъ всѣ углеродистые водороды этого ряда, онъ противостоитъ дѣйствію крѣпкихъ кислотъ; хлоръ превращаетъ его въ хлористый бутилъ, C^4H^9Cl, и поэтому діэтилъ слѣдуетъ разсматривать, какъ водородистый бутилъ.

Пропиловыя, бутиловыя и амиловыя соединенія.

При броженіи сахаристыхъ жидкостей образуются, кромѣ этиловаго спирта, еще выше кипящіе продукты; они суть гомологи этиловаго спирта, и называются вообще *сивушнымъ масломъ.*

Пропиловый спиртъ, $\left.\begin{matrix}C^3H^7\\H\end{matrix}\right\}$ O, содержится въ небольшомъ количествѣ въ сивушномъ маслѣ виноградныхъ выжимокъ; онъ кипитъ при 96°, и отличается отъ весьма сходнаго съ нимъ этиловаго спирта тѣмъ, что не смѣшивается съ водою во всѣхъ пропорціяхъ. Пропиловыя соединенія мало изслѣдованы; полученныя до сихъ поръ весьма сходны съ соотвѣтствующими этиловыми соединеніями.

Бутиловый спиртъ, $\left.\begin{matrix}C^4H^9\\H\end{matrix}\right\}$ O, найденъ до этого времени только въ сивушномъ маслѣ свекловичнаго сока; онъ кипитъ при 109°, мало растворимъ въ водѣ, пахнетъ сивушнымъ масломъ, и по своимъ химическимъ свойствамъ весьма сходенъ съ этиловымъ спиртомъ.

Амиловый спиртъ, $\left.\begin{matrix}C^5H^{11}\\H\end{matrix}\right\}$ O, есть главная составная часть картофельнаго сивушнаго масла. Это есть безцвѣтная жидкость съ непріятнымъ проницательнымъ запахомъ, нѣсколько растворимая въ водѣ и кипящая при 132°; при—20° она застываетъ въ бѣлую кристаллическую массу. Натрій и калій растворяются въ амиловомъ спиртѣ, выдѣляя водородъ и образуя амилатъ калія или натрія. Съ сѣрною кислотою онъ даетъ сѣрноамиловую кислоту, $\left.\begin{matrix}C^5H^{11}\\H\end{matrix}\right\}$ SO^4, при перегонкѣ которой съ амиловымъ спиртомъ, получается амиловый эѳиръ, кипящій при 176°.

Водородистый амилъ, C^4H^{12}, представляетъ летучую съ эѳирнымъ запахомъ жидкость, кипящую при 34°. Онъ заключается въ американской нефти, и въ продуктахъ перегонки каменныхъ углей; его получаютъ, нагрѣвая іодистый амилъ съ цинкомъ и водою. При дѣйствіи на него хлора образуется *хлористый амилъ*, $C^5H^{11}Cl$, который также можетъ быть полученъ изъ амиловаго спирта при дѣйствіи соляной

кислоты, подобно тому какъ хлористый этилъ изъ спирта. Приготовленіе бромистаго и іодистаго амила совершенно аналогично приготовленію соотвѣтствующихъ этиловыхъ соединеній.

Діамилъ, $\left.\begin{matrix} C^5H^{11} \\ C^5H^{11} \end{matrix}\right\}$, или $C^{10}H^{22}$, образуется при дѣйствіи натрія на іодистый амилъ:

$$2C^5H^{11}J + Na^2 = C^{10}H^{22} + 2NaJ.$$

Это есть безцвѣтная жидкость, кипящая при 158°, и при дѣйствіи хлора легко дающая хлористый декатилъ, $C^{10}H^{21}Cl$; при замѣщеніи въ немъ хлора воднымъ остаткомъ, получается декатиловый спиртъ, въ видѣ безцвѣтной маслообразной жидкости, съ запахомъ цвѣтовъ Daphne odorata.

Гексилевыя, гептилевыя и октилевыя соединенія.

Гексилевыя соединенія.

Гексилевый спиртъ, $\left.\begin{matrix} C^6H^{13} \\ H \end{matrix}\right\}O$, находится тоже въ сивушномъ маслѣ виноградныхъ выжимокъ, но весьма въ небольшомъ количествѣ. Лучшій источникъ полученія гексилевыхъ соединеній—это водородистый гексилъ, находящійся въ большомъ количествѣ въ легко улетучивающейся части пенсильванской нефти. Эта нефть состоитъ, главнымъ образомъ, изъ смѣси углеродистыхъ водородовъ этого ряда, изъ которыхъ, до этого времени, въ ней найдено до пятнадцати членовъ, начиная отъ C^2H^6, и кончая водородистымъ пентадекатиломъ, $C^{15}H^{32}$. Низшіе члены до водородистаго бутила, C^4H^{10}, при обыкновенныхъ условіяхъ, газообразны, но легко растворяются въ кипящихъ при высшей температурѣ; температура кипѣнія возвышается въ нихъ правильно съ увеличеніемъ содержанія углерода. Самые высшіе члены до сихъ поръ не получены отдѣльно другъ отъ друга; смѣсь ихъ образуетъ парафинъ, твердую, бѣлую, кристаллическую массу, встрѣчающуюся въ продуктахъ перегонки каменныхъ углей и жирныхъ сланцевъ, а равно и въ нѣкоторыхъ сортахъ нефти, именно канадской. Всѣ эти углеродистые водороды отличаются своею индифферентностью къ дѣйствію крѣпкихъ кислотъ азотной и сѣрной, основываясь на чемъ и можно ихъ отдѣлить отъ сопровождающихъ ихъ примѣсей. Водородистый гексилъ получается изъ нефти посредствомъ дробной перегонки въ видѣ безцвѣтной, легкой подвижной жидкости, съ слабымъ эѳирнымъ запахомъ, кипящей при 68°.

При дѣйствіи хлора, онъ образуетъ хлористый гексилъ, $C^6H^{13}Cl$, при нагрѣваніи котораго въ запаянныхъ трубкахъ съ уксусною кислотою и уксуснокаліевою солью образуется уксусногексилевый эѳиръ представляющій жидкость съ пріятнымъ запахомъ бергамотовъ:

$$C^6H^{13}Cl + KC^2H^3O^2 = C^6H^{13}, C^2H^3O^2 + KCl.$$

При нагрѣваніи съ ѣдкимъ кали, этотъ эѳиръ распадается, образуя уксуснокаліевую соль и гексилевый спиртъ:

$$C^6H^3C^2H^3O^2 + KOH = C^6H^{13}OH + KC^2H^3O^2.$$

Гексилевый спиртъ кипитъ при 150°, и представляетъ большое сходство съ амиловымъ спиртомъ.

Гептилевыя соединенія.

Дробною перегонкою изъ нефти можно выдѣлить водородистый гептилъ, C^7H^{16}, кипящій при 92°, и сходный съ водородистымъ гексиломъ; изъ него и получаются всѣ гептиловыя соединенія.

При нагрѣваніи смѣси іодистаго амила и іодистаго этила съ натріемъ, образуется этиламилъ, $\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^5H^{11} \end{matrix}\right\} = C^7H^{16}$, отличающійся отъ водородистаго гептила только нѣсколько низшею температурою кипѣнія, но подобно послѣднему, при дѣйствіи хлора образующій хлористый гептилъ; изъ хлористаго гептила легко получить другія гептиловыя соединенія. Гептиловый спиртъ встрѣчается въ томъ же сивушномъ маслѣ, какъ и гексилевый.

Октиловыя соединенія.

При перегонкѣ касторовагo масла съ ѣдкимъ кали получается главнымъ образомъ октиловый спиртъ, $\left.\begin{matrix} C^8H^{17} \\ H \end{matrix}\right\}O$; онъ представляетъ безцвѣтную жидкость, съ пріятнымъ запахомъ, кипящую при 180°; изъ него можно получить различныя октиловыя соединенія при такихъ же реакціяхъ, при которыхъ этиловый спиртъ переходитъ въ соотвѣтствующія этиловыя соединенія; равнымъ образомъ, октиловыя соединенія легко получить изъ водородистаго октила нефти. Хлористый октилъ, $C^8H^{17}Cl$, обладаетъ пріятнымъ запахомъ апельсиновъ.

Цетиловыя, цериловыя и мирициловыя соединенія.

Спирты этихъ богатыхъ углеродомъ радикаловъ представляютъ бѣлыя, твердыя, кристаллическія тѣла, въ своихъ реакціяхъ впрочемъ сходныя съ этиловымъ спиртомъ. Цетиловый спиртъ, $\left.\begin{matrix} C^6H^{31} \\ H \end{matrix}\right\}O$, встрѣ-

чается въ спермацетѣ въ видѣ пальмитиновоцетиловаго эѳира. Китайскій воскъ содержитъ церотиновоцетиловый эѳиръ, а обыкновенный воскъ пальмитиновомирициловый эѳиръ. Изъ этихъ эѳировъ спирты получаются при кипяченіи ихъ съ ѣдкимъ кали; ихъ формулы и температуры плавленія помѣщены въ вышеприведенной таблицѣ.

Соединенія спиртовыхъ радикаловъ съ элементами группы азота N, P, As, Sb, Bi.

Азотистыя основанія.

При замѣщеніи водорода амміака спиртовыми радикалами, получаются азотистыя основанія, или *амины*. Ихъ раздѣляютъ на:

1) *Первичные амины*; образуются при замѣщеніи одного атома водорода амміака спиртовымъ радикаломъ, напр. этиламинъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}N$.

2) *Вторичные амины*, напримѣръ двуэтиламинъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}N$, въ нихъ содержатся два спиртовыхъ радикала.

3) *Третичные амины* представляютъ амміакъ, въ которомъ весь водородъ замѣщенъ 3-мя спиртовыми радикалами, напр., триэтиламинъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}N$.

Всѣ эти соединенія перегоняются безъ разложенія, обладаютъ запахомъ подобнымъ амміаку, подобно ему соединяются прямо съ кислотами, образуя соли и обладаютъ щелочными свойствами. Образованіе ихъ происходитъ различнымъ образомъ.

1) Первичные амины получаются при нагрѣваніи ціановаго эѳира, напримѣръ ціановаго этила, $\left.\begin{matrix}CN\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$, съ ѣдкимъ кали:

$$\left.\begin{matrix}CN\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O + 2\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}N + K^2CO^3.$$

2) Синеродистые радикалы спиртовъ соединяются прямо съ водородомъ, въ моментъ его выдѣленія:

$$C^3H^5N + 2H^2 = \left.\begin{matrix}C^3H^7\\H\\H\end{matrix}\right\}N.$$

Изъ синеродистаго этила происходитъ пропиламинъ.

3) Іодистые радикалы спиртовъ, при нагрѣваніи съ амміакомъ, образуютъ іодистый водородъ и аминъ, которые и соединяются:

$$C^2H^5J + \left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N = HJ + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}N.$$

Если полученный этиламинъ нагрѣвать снова съ іодистымъ этиломъ, то второй атомъ водорода замѣщается тоже этиломъ и получается двуэтиламинъ:

$$C^2H^5J + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}N = HJ + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}N.$$

Повторяя ту же самую реакцію съ двуэтиламиномъ, получимъ триэтиламинъ, который способенъ соединяться съ іодистымъ этиломъ, и давать соединеніе, $(C^2H^5)^4NJ$, іодистый тетрэтиламмоній подобно тому какъ амміакъ, соединяясь съ іодистымъ водородомъ, даетъ іодистый аммоній.

Впрочемъ эти реакціи идутъ не такъ гладко, какъ тутъ приведено; при нагрѣваніи іодистаго спиртоваго радикала съ амміакомъ, образуются, кромѣ первичнаго амина, и другія соединенія. При дѣйствіи ѣдкаго кали на іодистоводородныя соли аминовъ, послѣднія выдѣляются въ свободномъ видѣ; но на іодистый тетрэтиламмоній и подобныя ему соединенія ѣдкое кали не дѣйствуетъ. При дѣйствіи же влажной окиси серебра, іодъ въ нихъ замѣщается водянымъ остаткомъ и получается водная окись тетрэтиламмонія, которая нелетуча безъ разложенія, легко растворяется въ водѣ, обладаетъ сильными щелочными свойствами, реагируетъ на соли металловъ подобно ѣдкому кали и подобно ему же образуетъ рядъ хорошо кристаллизующихся солей:

$$(C^2H^5)^4NJ + \left.\begin{matrix}Ag\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}(C^2H^5)^4N\\H\end{matrix}\right\}O + AgJ.$$

Смѣшанные амины получаются при дѣйствіи различныхъ іодистыхъ спиртовыхъ радикаловъ на первичный аминъ. Всѣ амины соединяются съ хлористою платиною въ двойныя кристаллизующіяся соли; сѣрныя ихъ соли даютъ съ сѣрноаллюминіевой солью—квасцы, изоморфные съ обыкновенными квасцами. Въ слѣдующей таблицѣ помѣщены главнѣйшіе амины, съ обозначеніемъ ихъ формулъ и температуръ кипѣнія.

Первичные амины.

Температуры кипѣнія.

Метиламинъ ...... $\left.\begin{matrix}CH^3\\H\\H\end{matrix}\right\}$ N. ниже 0°.

Этиламинъ .... $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}$ N ..... 18,7°.

Пропиламинъ ...... $\left.\begin{matrix}C^3H^7\\H\\H\end{matrix}\right\}$ N ..... 49,7°.

Бутиламинъ ...... $\left.\begin{matrix}C^4H^9\\H\\H\end{matrix}\right\}$ N ..... 69°.

Амиламинъ .... $\left.\begin{matrix}C^5H^{11}\\H\\H\end{matrix}\right\}$ N ..... 94°.

Гексиламинъ ...... $\left.\begin{matrix}C^6H^{13}\\H\\H\end{matrix}\right\}$ N .... 126°.

Гептиламинъ ...... $\left.\begin{matrix}C^7H^{15}\\H\\H\end{matrix}\right\}$ N. .... 146°.

Октиламинъ ..... $\left.\begin{matrix}C^8H^{17}\\H\\H\end{matrix}\right\}$ N. .... 170°.

Вторичные амины.

Температуры кипѣнія.

Двуметиламинъ .... $\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\\H\end{matrix}\right\}$ N .... 8,5°.

Метилэтиламинъ .... $\left.\begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}$ N ...... —

Двуэтиламинъ .... $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}$ N ...... 57,5°.

Двуамиламинъ .... $\left.\begin{matrix}C^5H^{11}\\C^5H^{11}\\H\end{matrix}\right\}$ N .... 170°.

Третичные амины.

Температуры кипѣнія.

Триметиламинъ .... $\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\}$ N .... 4,5°.

Триэтиламинъ .... $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}$ N ...... 91°.

Двуэтиламиламинъ...... $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^5H^{11}\end{matrix}\right\}$ N. .... 154°.

Триэтиламинъ .... $\left.\begin{matrix}C^5H^{11}\\C^5H^{11}\\C^5H^{11}\end{matrix}\right\}$ N. .... 297°.

Метилэтиламиламинъ .... $\left.\begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\\C^5H^{11}\end{matrix}\right\}$ N. .... 135°.

При сравненіи этихъ соединеній между собою, видно, что многія изъ нихъ имѣютъ одинаковый процентный составъ; такъ формулѣ C^3H^9N соотвѣтствуютъ триметиламинъ, этилметиламинъ и пропиламинъ. Впрочемъ ихъ легко отличить другъ отъ друга, обрабатывая ихъ іодистымъ этиломъ и разлагая ѣдкимъ кали и, наконецъ, окисью серебра, пока не получится изъ летучаго соединенія амміачнаго типа, соединеніе типа аммонія. Этимъ опредѣлится, было ли взятое соединеніе моно-дву-или триаминъ. Анализъ же покажетъ составъ этого амина.

Фосфорныя основанія.

Эти соединенія аналогичны аминамъ; ихъ можно производить отъ фосфористаго водорода, подобно тому, какъ амины производятся отъ амміака. До сихъ поръ извѣстны только третичные фосфины и соединенія фосфонія формулы PR^4HO.

Триэтилфосфинъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}$ P, получается при дѣйствіи цинкэтила на трехлористый фосфоръ, причемъ этилъ вступаетъ на мѣсто хлора. Триэтилфосфинъ представляетъ безцвѣтную жидкость, кипящую при 127,5°; она обладаетъ проницательнымъ запахомъ, который, при незначительныхъ количествахъ жидкости, напоминаетъ запахъ гіацинтовъ. Триэтилфосфинъ соединяется прямо съ кислородомъ, часто вос-

пламеняясь при этомъ, равно какъ съ сѣрою и хлоромъ; этимъ онъ отличается отъ триаминовъ. Съ кислотами онъ прямо даетъ соли, которыя трудно кристаллизуются. Съ іодистымъ этиломъ онъ соединяется въ іодистый тетрэтилфосфоній $(C^2H^5)^4PJ$, бѣлую, кристаллическую соль, изъ которой посредствомъ влажной окиси серебра получается водная окись тетрэтилфосфонія, обладающая сильными щелочными свойствами.

Мышьяковыя основанія.

Соединенія мышьяка съ спиртовыми радикалами нѣсколько отличаются отъ предъидущихъ; ихъ можно производить отъ хлористаго мышьяка, въ которомъ хлоръ весь или частію замѣщенъ спиртовыми радикалами. Напримѣръ, извѣстны слѣдующія метиловыя соединенія:

As	CH^3	CH^3	CH^3	арсентриметилъ.
As	CH^3	CH^3	Cl	хлористый арсендиметилъ.
As	CH^3	Cl	Cl	двухлористый арсенмонометилъ.
As	Cl	Cl	Cl	треххлористый мышьякъ.

Подобно тому, какъ въ хлористомъ мышьякѣ можно замѣстить хлоръ другими элементами, точно также можно замѣстить хлоръ и въ двухъ другихъ хлористыхъ его соединеніяхъ, и они относятся какъ хлористыя соединенія радикаловъ содержащихъ мышьякъ; арсендиметилъ радикалъ одноатомный, арсенмонометилъ двуатомный.

Вышеприведенныя тѣла прямо соединяются съ хлоромъ, подобно тому какъ треххлористый фосфоръ соединяется съ нимъ, образуя пятихлористый фосфоръ, и подобно послѣднему они распадаются при нагрѣваніи, причемъ впрочемъ выдѣляется хлористый метилъ:

$$As(CH^3)^3Cl^2 = As\,(CH^3)^2Cl + CH^3Cl.$$

$$As\,(CH^3)^2ClCl^2 = As\,CH^3Cl^2 + CH^3Cl.$$

Можно, слѣдовательно, легко получить изъ арсентриметила арсендиметилъ и арсенмонометилъ.

Арсентриметилъ есть безцвѣтная жидкость, кипящая при 120°; его получаютъ нагрѣвая іодистый метилъ со сплавомъ мышьяка и натрія. Соединяясь съ іодистымъ метиломъ, онъ образуетъ іодистый арсентетраметилъ, изъ котораго легко получить щелочную водную окись. Арсентриметилъ соединяется съ хлоромъ и кислородомъ, подобно триэтилфосфину.

Арсендиметиловыя соединенія.

Образованіе хлористаго арсендиметила указано выше; при на-

грѣваніи его съ оловомъ, образуется свободный радикалъ арсендиметилъ или *какодилъ*, $\left.\begin{matrix}As\,(CH^3)^2\\As\,(CH^3)^2\end{matrix}\right\}$, который представляетъ жидкость, самовозгарающуюся на воздухѣ и кипящую при 170°. При перегонкѣ уксуснокаліевой соли съ мышьковистою кислотою, получается тоже воспламеняющаяся на воздухѣ жидкость, называемая *алкарзинъ*; она состоитъ изъ окиси какодила и небольшаго количества свободнаго какодила, отчего и зависитъ ея воспламененіе.

Она обладаетъ, подобно всѣмъ сюда относящимся летучимъ соединеніямъ, чрезвычайно отвратительнымъ проницательнымъ запахомъ и въ высшей степени ядовита. Посредствомъ этой реакціи можно открыть самое незначительное количество триокиси мышьяка. Медленнымъ окисленіемъ алкарзинъ превращается въ какодиловую кислоту, $\left.\begin{matrix}As\,(CH^3)^2\,O\\H\end{matrix}\right\}O$, которая не обладаетъ запахомъ, и не ядовита, и образуетъ большіе кристаллы. Какодиловая кислота растворима въ водѣ и даетъ кристаллизующіяся соли.

Сурьмяныя основанія.

Они весьма сходны съ мышьяковыми основаніями. При перегонкѣ іодистаго этила со сплавомъ сурьмы и калія, получается триэтилстибинъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}Sb$, въ видѣ безцвѣтной жидкости, на воздухѣ воспламеняющейся и кипящей при 158,5°. Она прямо соединяется съ хлоромъ, сѣрою и кислородомъ.

Висмутовыя основанія.

При дѣйствіи іодистаго этила на сплавъ висмута съ каліемъ, получается соединеніе $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}Bi$, въ видѣ желтоватой жидкости, при нагрѣваніи разлагающейся со взрывомъ и воспламеняющейся на воздухѣ.

Соединенія спиртовыхъ радикаловъ съ кремніемъ и боромъ.

Хорошо изучены только этиловыя соединенія.

Борэтилъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}$ Bo, представляетъ безцвѣтную жидкость, съ острымъ, вызывающимъ слезы запахомъ, кипящую при 95°; онъ воспламеняется на воздухѣ и горитъ красивымъ зеленымъ пламенемъ. Онъ получается при дѣйствіи цинкэтила на борноэтиловый эѳиръ, причемъ образуются борэтилъ и этилатъ цинка:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\2C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\} BoO^3 + 3\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\} Zn = 2\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\} Bo + 3\left.\begin{matrix}Zn\\(C^2H^5)^2\end{matrix}\right\} O^2.$$

Кремнеэтилъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}$ Si, получается при дѣйствіи цинкэтила на хлористый кремній, въ видѣ безцвѣтной жидкости, кипящей при 150°; при дѣйствіи на него хлора, выдѣляется соляная кислота и получается первый продуктъ замѣщенія хлоромъ—хлорокремнеэтилъ, $SiC^8H^{19}Cl$, въ видѣ жидкости, кипящей при 185°. Это соединеніе относится какъ хлорангидридъ одноатомнаго радикала, SiC^8H^{19}, такъ-какъ будучи нагрѣта съ уксуснокаліевою солью, даетъ эѳиръ, который, при разложеніи спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали, выдѣляетъ соединеніе со спиртовыми свойствами. Судя по этому, кремнеэтилъ должно разсматривать, какъ водородистый нонилъ, въ которомъ одинъ атомъ углерода замѣщенъ кремніемъ; это ясно видно изъ слѣдующаго сопоставленія:

		Температура. кипѣнія.
Водородистый нонилъ	C^9H^{20}	157°.
Хлористый нонилъ	$C^9H^{19}Cl$	196°.
Уксуснонониловый эѳиръ	$\left.\begin{matrix}C^9H^{19}\\C^2H^3O\end{matrix}\right\} O$	210°.
Нониловый спиртъ	$\left.\begin{matrix}C^9H^{19}\\H\end{matrix}\right\} O$	—
Кремнеэтилъ или водородистый кремненонилъ.	SiC^8H^{20}	150°.
Хлористый кремненонилъ.	$SiC^8H^{19}Cl$	185°.
Уксуснокремненониловый эѳиръ	$\left.\begin{matrix}SiC^8H^{19}\\C^2H^3O\end{matrix}\right\} O$	211°
Кремнениловый спиртъ	$\left.\begin{matrix}SiC^8H^{19}\\H\end{matrix}\right\} O$	190.

Кремненониловый спиртъ представляетъ безцвѣтную жидкость съ запахомъ камфоры.

Металлорганическія соединенія.

Цинкэтилъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}$ Zn. Это соединеніе, о которомъ уже упоминалось нѣсколько разъ, получается при нагрѣваніи іодистаго этила съ цинкомъ, причемъ сначала образуется нелетучее кристаллическое соединеніе, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\J\end{matrix}\right\}$ Zn, которое, при сильнѣйшемъ нагрѣваніи, распадается на іодистый цинкъ и цинкэтилъ:

$$2\left.\begin{matrix}C^2H^5\\J\end{matrix}\right\} Zn = \left.\begin{matrix}J\\J\end{matrix}\right\} Zn + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\} Zn.$$

Цинкэтилъ представляетъ безцвѣтную жидкость, кипящую при 118°; онъ воспламеняется на воздухѣ и горитъ ярко-свѣтящимъ пламенемъ, распространяя бѣлыя облака окиси цинка. При медленномъ дѣйствіи кислорода, онъ превращается въ бѣлый, твердый этилатъ цинка, $\left.\begin{matrix}Zn\\(C^2H^5)^2\end{matrix}\right\} O^2$. Вода быстро его разлагаетъ на водную окись цинка и на водородистый этилъ. Цинкэтилъ употребляется для приготовленія этиловыхъ соединеній. по причинѣ своей легкой разлагаемости; выше мы часто встрѣчали подтвержденіе этого. Цинкметилъ и цинкамилъ весьма сходны съ цинкэтиломъ. Изъ другихъ металлорганическихъ соединеній, соединенія аллюминія, свинца и олова весьма сходны съ соединеніями цинка.

Меркурметилъ, $\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\}$ Hg, и

Меркурэтилъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}$ Hg,

суть безцвѣтныя, тяжелыя летучія жидкости, чрезвычайно ядовитыя; онѣ не воспламеняются сами собой на воздухѣ.

Натріумэтилъ, C^2H^5Na; при дѣйствіи натрія на цинкэтилъ, выдѣляется цинкъ и получается кристаллическое соединеніе натріумэтила съ цинкэтиломъ; до сихъ поръ не удалось выдѣлить отсюда чистый натріумэтилъ. Онъ соединяется съ двуокисью углерода, образуя пропіонатріевую соль:

$$C^2H^5Na + CO^2 = C^3H^5NaO^2.$$

Подобнымъ же образомъ происходитъ и каліумэтилъ и извѣстенъ только въ соединеніи съ цинкэтиломъ. Метиловыя соединенія щелочныхъ металловъ имѣютъ подобныя же свойства.

Кислоты жирнаго ряда.

Въ весьма близкомъ отношенiи къ спиртамъ находится рядъ одноосновныхъ кислотъ, которыя называются жирными, такъ-какъ многiя изъ нихъ находятся въ жирахъ животнаго и растительнаго происхожденiя. При дѣйствiи окисляющихъ веществъ, каждый спиртъ вначалѣ переходитъ въ *алдегидъ*, теряя два атома водорода, напр.:

$$C^2H^6O + O = C^2H^4O + H^2O.$$

Изъ этиловаго спирта происходитъ уксусный алдегидъ. Алдегиды суть соединенiя ненасыщенныя; соединяясь съ двумя атомами водорода, они обратно переходятъ въ спирты; еще легче, чѣмъ съ водородомъ, они соединяются съ кислородомъ и образуютъ соотвѣтствующую спирту жирную кислоту, напримѣръ:

Этиловый спиртъ $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O$ Уксусная кислота $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}O.$

Амиловый спиртъ $\left.\begin{matrix}C^5H^{11}\\H\end{matrix}\right\}O$ Валерiановая кислота $\left.\begin{matrix}C^5H^9O\\H\end{matrix}\right\}O.$

Жирныя кислоты, слѣдовательно, происходятъ изъ спиртовъ, замѣщенiемъ въ нихъ двухъ атомовъ водорода, однимъ атомомъ кислорода. Радикалъ въ нихъ содержитъ кислородъ и онъ даетъ цѣлый рядъ соединенiй, которыя тѣмъ отличается отъ соотвѣтствующихъ спиртовыхъ, что содержатъ 1 атомъ кислорода вмѣсто 2 атомовъ водорода; такимъ-образомъ уксусная кислота и ея производныя суть соединенiя радикала C^2H^3O, ацетила. При замѣщенiи водянаго остатка въ кислотѣ хлоромъ, получается хлорангидридъ кислоты, напр., хлорангидридъ уксусной кислоты или хлористый ацетилъ, C^2H^3OCl. Водородъ водянаго остатка можетъ замѣщаться не только металлами, но и спиртовыми радикалами; подобныя соединенiя называются эѳирами жирныхъ кислотъ, какъ напр. уксусноэтиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$; водородъ этотъ можетъ также замѣщаться радикалами кислотъ, напр. $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}O$; такiя соединенiя называются ангидридами кислотъ.

Кислородъ водянаго остатка можетъ быть замѣщенъ сѣрою; изъ уксусной кислоты при этомъ происходитъ тiоуксусная кислота, дающая цѣлый рядъ производныхъ:

тiоуксусная кислота . . . . $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}S$

тiоуксуснокалiевая соль . . . . $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\K\end{matrix}\right\}S$

тiоуксусноэтиловый эѳиръ . . $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^5\end{matrix}\right\}S$

тiоуксусный ангидридъ . . . $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}S.$

Одноатомные кислотные радикалы, замѣщая водородъ амміака, образуютъ рядъ сложныхъ амміаковъ, называемыхъ амидами:

ацетамидъ. . . . . . $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\\H\end{matrix}\right\}N$

двуацетамидъ. . . . $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}N$

этилдвуацетамидъ . . $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^3O\\C^2H^5\end{matrix}\right\}N.$

Кислоты этого ряда, при многихъ реакцiяхъ, распадаются, выдѣляя одинъ атомъ углерода; если, напримѣръ, пропускать гальваническiй токъ чрезъ уксуснокалiевую соль, то она распадается на водородъ, двуокись углерода и метилъ, который въ моментъ выдѣленiя соединяется съ другимъ паемъ метила, образуя водородистый этилъ:

$$2\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}O = CO^2 + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\}.$$

Подобною же реакцiею получается изъ валерiановой кислоты дибутилъ или водородистый октилъ:

$$2\left.\begin{matrix}C^4H^9O\\H\end{matrix}\right\}O = CO^2 + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C^4H^9\\C^4H^9\end{matrix}\right\}.$$

При нагрѣванiи уксусной соли со щелочью, образуется водородистый метилъ и углещелочная соль:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\Na\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}Na\\Na\end{matrix}\right\}CO^3.$$

Наоборотъ, каждая жирная кислота можетъ быть получена изъ спиртоваго радикала, содержащаго паемъ углерода менѣе, чѣмъ въ кислотѣ.

Натрiумметилъ прямо соединяется съ двуокисью углерода, образуя уксуснонатрiевую соль:

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\Na\end{matrix}\right\} + CO^2 = \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\Na\end{matrix}\right\}O.$$

При дѣйствіи водородистаго метила на хлорокись углерода, образуются хлористый ацетилъ и соляная кислота:

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\H\end{matrix}\right\} + COCl^2 = \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}.$$

Хлористый ацетилъ съ водою даетъ уксусную кислоту и соляную кислоту:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}.$$

При нагрѣваніи синеродистаго метила съ ѣдкимъ кали, выдѣляется амміакъ и происходитъ уксуснокаліевая соль:

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\CN\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\K\end{matrix}\right\}O + NH^3.$$

Если мы пожелаемъ, чтобы формула уксусной кислоты показывала возможность этихъ реакцій, то въ формулу надо ввести радикалъ метилъ. Формула уксусной кислоты, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}O$, которую мы до сихъ поръ употребляли, выражаетъ только, что при многихъ реакціяхъ радикалъ ацетилъ играетъ роль одноатомнаго радикала, и что уксусную кислоту можно разсматривать какъ воду, въ которой водородъ замѣщенъ ацетиломъ. Но эту формулу слѣдуетъ разложить, если пожелаемъ, чтобы она выражала и другія реакціи кислоты. Ее можно изобразить такъ: $\left.\begin{matrix}CH^3CO\\H\end{matrix}\right\}O$; общая формула жирныхъ кислотъ тогда будетъ: $\left.\begin{matrix}C^nH^{2n+1}CO\\H\end{matrix}\right\}O$. Она выразитъ, что жирныя кислоты можно разсматривать какъ соединенія спиртовыхъ радикаловъ съ одноатомною группою $\left.\begin{matrix}CO\\H\end{matrix}\right\}O$, въ которой четыре единицы сродства углерода соединены съ двумя единицами сродства кислорода и съ одною—воднаго остатка, слѣдовательно, одна единица сродства свободна.

Эту группу называютъ *карбоксиломъ*; она находится во всѣхъ органическихъ кислотахъ. Карбоксилъ происходитъ вслѣдствіе окисленія метила, CH^3, какъ показываетъ слѣдующее сопоставленіе:

водородистый этилъ . . $\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right.$

этиловый спиртъ . . . $\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^2OH\end{matrix}\right.$

уксусная кислота . . . $\left\{\begin{matrix}CH^3\\COOH\end{matrix}\right.$,

онъ образуется также изъ синерода, какъ мы выше видѣли. На обо-

ротъ, карбоксилъ можетъ быть превращенъ въ синеродъ отнятіемъ отъ амміачной соли жирной кислоты двухъ частицъ воды; при нагрѣваніи, напримѣръ, уксусноамміачной соли съ пятиокисью фосфора, получается синеродистый метилъ:

$$\left\{\begin{matrix}CH^3\\COONH^4\end{matrix}\right. - 2H^2O = \left\{\begin{matrix}CH^3\\CN\end{matrix}\right..$$

Водородъ спиртоваго радикала кислотъ можетъ быть замѣщенъ одноатомными радикалами или элементами. Такимъ-образомъ, при дѣйствіи хлора на уксусную кислоту происходятъ три хлорокислоты:

монохлороуксусная кислота. $\left\{\begin{matrix}CH^2Cl\\CO^2H\end{matrix}\right.$

двухлороуксусная » $\left\{\begin{matrix}CHCl^2\\CO^2H\end{matrix}\right.$

трихлороуксусная » $\left\{\begin{matrix}CCl^3\\CO^2H\end{matrix}\right.$.

При дѣйствіи натрія на эѳиръ жирной кислоты, выдѣляется водородъ и натрій вступаетъ на его мѣсто; изъ уксусноэтиловаго эѳира получается, такимъ-образомъ, соединеніе $\left\{\begin{matrix}CH^2Na\\CO\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$; іодангидриды спиртовъ дѣйствуютъ на это соединеніе, причемъ выдѣляется іодистый натрій, а радикалъ вступаетъ на мѣсто металла; іодистый этилъ, напримѣръ, даетъ съ этимъ соединеніемъ этиловый эѳиръ этилоуксусной кислоты, $\left\{\begin{matrix}CH^2C^2H^5\\CO\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O = \left\{\begin{matrix}C^3H^7\\CO\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$.

Этилоуксусная кислота тожественна съ масляной кислотой, полученной при окисленіи бутиловаго спирта. Очевидно, что съ помощію этой реакціи можно приготовить изъ уксусной кислоты всѣ высшіе ея гомологи; слѣдуетъ только атомъ водорода метила замѣщать различными спиртовыми радикалами.

Полученныя до этого времени жирныя кислоты приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Одноосновныя кислоты ряда $C^nH^{2n}O^2$.

		Температуры кипѣнія.	Температуры плавленія.
Муравьиная к. . .	$C\ H^2\ O^2$	100	+ 1
Уксусная к. . . .	$C^2\ H^4\ O^2$	118	+17
Пропіоновая к. . .	$C^3\ H^6\ O^2$	140	ниже —20
Масляная к. . .	$C^4\ H^8\ O^2$	162	—

Валеріановая к. . .	$C^5H^{10}O^2$	174	—
Капроновая к. . .	$C^6H^{12}O^2$	199	+ 5
Энантовая к. . .	$C^7H^{14}O^2$	219	—
Каприловая к. . .	$C^8H^{16}O^2$	236	+14
Пеларіоновая к. . .	$C^9H^{18}O^2$	260	+18
Каприновая к. . .	$C^{10}H^{20}O^2$		27,2
Лавровая к. . . .	$C^{12}H^{24}O^2$		43,6
Миристиновая к. .	$C^{14}H^{28}O^2$		53,8
Пальмитиновая к. .	$C^{16}H^{32}O^2$		62
Маргариновая к. .	$C^{17}H^{34}O^2$		
Стеариновая к. . .	$C^{18}H^{36}O^2$		69,2
Арахиновая к. . .	$C^{20}H^{40}O^2$		75
Бегеновая к. . . .	$C^{22}H^{44}O^2$		76
Гіэновая к. . . .	$C^{25}H^{50}O^2$		77
Восковая к. . . .	$C^{27}H^{54}O^2$		78
Мелиссиновая к. . .	$C^{30}H^{60}O^2$		80

Муравьиная кислота.

Муравьиная кислота встрѣчается готовою въ муравьяхъ и въ крапивѣ; она образуется при окисленіи метиловаго спирта и многихъ другихъ соединеній, какъ напр., сахара, крахмала и пр. Синтетическимъ путемъ она получается при долгомъ нагрѣваніи до 100° окиси углерода съ ѣдкимъ кали:

$$CO + \left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix}CHO\\K\end{matrix}\right\} O,$$

или при дѣйствіи двуокиси углерода и водянаго пара на калій; при этомъ образуются кислая углекаліевая соль и муравьинокаліевая:

$$2CO^2 + H^2O + K^2 = \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\} CO^3 + \left.\begin{matrix}COH\\K\end{matrix}\right\} O.$$

Для приготовленія раствора муравьиной кислоты, нагрѣваютъ щавелевую кислоту съ глицериномъ и водою. Щавелевая кислота разлагается при этомъ на двуокись углерода и муравьиную кислоту, которая и перегоняется въ смѣси съ водою:

$$C^2H^2O^4 = CO^2 + CH^2O^2.$$

Чистая безводная муравьиная кислота получается при разложеніи сухой свинцовой соли ея сѣрнистымъ водородомъ. Чистая муравьиная кислота представляетъ прозрачную, весьма кислую жидкость, съ острымъ запахомъ; на кожѣ она производитъ пузыри; она кипитъ при 100° и застываетъ при + 1° въ бѣлую кристаллическую массу. Нагрѣтая съ крѣпкою сѣрною кислотою, она распадается на воду и окись углерода; дѣйствіемъ окисляющихъ средствъ, она превращается въ двуокись углерода и воду. При нагрѣваніи раствора муравьиной соли съ азотносеребряною или азотнортутною солью, металлъ возстановляется въ сѣрый порошокъ, а двуокись углерода выдѣляется въ видѣ газа. Всѣ соли муравьиной кислоты растворимы въ водѣ и обладаютъ способностью кристаллизоваться. При быстромъ нагрѣваніи муравьиноамміачной соли, она распадается на синильную кислоту и воду:

$$CO^2HNH^4 = CNH + 2H^2O.$$

На оборотъ, синильная кислота, чрезъ присоединеніе воды, переходитъ въ муравьиную. Синильная кислота, слѣдовательно, есть нитрилъ муравьиной кислоты, т. е. она находится къ муравьиной кислотѣ въ такомъ же отношеніи, какъ синеродистый метилъ къ уксусной кислотѣ. Алдегидъ муравьиной кислоты, CH^2O, съ точностью неизвѣстенъ; полагаютъ, что онъ происходитъ при дѣйствіи паровъ метиловаго спирта на раскаленную платину. Хлорангидридъ ея до сихъ поръ неизвѣстенъ.

Муравьиноэтиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}CHO\\C^2H^5\end{matrix}\right\} O$, получается при перегонкѣ муравьинонатріевой соли съ сѣрною кислотою и этиловымъ спиртомъ; онъ представляетъ кипящую при 55° жидкость, съ запахомъ персиковъ; она употребляется при приготовленіи искусственнаго рома.

Амидъ муравьиной кислоты или формамидъ, $\left.\begin{matrix}CHO\\H\\H\end{matrix}\right\} N$, происходитъ при нагрѣваніи муравьиноэтиловаго эѳира съ сухимъ амміачнымъ газомъ:

$$\left.\begin{matrix}CHO\\C^2H^5\end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\} N + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix}CHO\\H\\H\end{matrix}\right\} N.$$

Это есть безцвѣтная жидкость, кипящая при 194°, причемъ отчасти разлагается на окись углерода и амміакъ.

Ацетиловыя соединенія.

Уксусный алдегидъ или *ацетъ алдегидъ*, C^2H^4O. Для окисленія этиловаго спирта въ алдегидъ, его нагрѣваютъ со смѣсью перекиси мар-

ганца и сѣрной кислоты. Алдегидъ образуется также при нагрѣваніи смѣси уксуснокаліевой и муравьинокаліевой солей:

$$\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ CO^2K \end{matrix}\right. + \left\{\begin{matrix} H \\ CO^2K \end{matrix}\right. = \begin{matrix} K \\ K \end{matrix}\Big\} CO^3 + \left\{\begin{matrix} CH^3 \\ COH \end{matrix}\right.$$

Алдегидъ представляетъ безцвѣтную жидкость удушливаго запаха; онъ кипитъ при 21°; удѣльный вѣсъ его при 0° равенъ 0,801; онъ смѣшивается во всѣхъ пропорціяхъ съ водою, спиртомъ и эѳиромъ. Изъ раствора серебряной соли алдегидъ возстановляетъ серебро, которое осаждается на стѣнкахъ сосуда въ видѣ блестящаго зеркала. При дѣйствіи амальгамы натрія и разведенной соляной кислоты, онъ соединяется съ выдѣляющимся водородомъ и даетъ обратно спиртъ; въ прикосновеніи съ воздухомъ, онъ окисляется въ уксусную кислоту; это происходитъ быстрѣе при дѣйствіи окисляющихъ веществъ.

Подобно всѣмъ ненасыщеннымъ соединеніямъ, алдегидъ обладаетъ свойствомъ образовать *полимерныя* видоизмѣненія, при соединеніи нѣсколькихъ частицъ въ одну. Если алдегидъ долгое время сохранять въ закрытомъ сосудѣ, то онъ превращается въ блестящіе кристаллы, нерастворимые въ водѣ и возгоняющіеся при 120°; при нагрѣваніи этого видоизмѣненія, называемаго металдегидомъ до 200° въ запаянныхъ трубкахъ, получается снова алдегидъ; если долгое время охлаждать до 0° водный кислый растворъ алдегида, то образуется паралдегидъ $C^6H^{12}O^3 = 3(C^2H^4O)$, въ видѣ безцвѣтной жидкости пріятнаго запаха, кипящей при 124°. При нагрѣваніи алдегида съ хлористымъ цинкомъ, происходитъ акралдегидъ, $C^4H^8O^2 = 2(C^2H^4O)$; это есть жидкость съ проницательнымъ запахомъ, кипящая при 110°. Алдегидъ соединяется съ амміакомъ и даетъ бѣлое кристаллическое соединеніе, $\begin{matrix} C^2H^3O \\ NH^4 \end{matrix}\Big\}$, называемое алдегидамміакомъ. Онъ соединяется также съ кислыми сѣрнистощелочными солями и даетъ кристаллическія соединенія. При взбалтываніи алдегида съ растворомъ кислой сѣрнистонатріевой соли, вся масса застываетъ въ кристаллы; подобное свойство имѣютъ всѣ алдегиды.

Алдегидъ при многихъ реакціяхъ относится какъ окись двуатомнаго радикала, C^2H^4, называемаго *этилиденомъ*; при дѣйствіи пятихлористаго фосфора на алдегидъ, образуются хлорокись фосфора и хлористый этилиденъ, $C^2H^4Cl^2$:

$$\begin{matrix} PCl^3 \\ O \end{matrix} \Bigg| \begin{matrix} Cl^2 \\ C^2H^4 \end{matrix}$$

Онъ кипитъ при 60° и тожественъ съ хлорохлористымъ этиломъ.

Ацеталь, $\begin{matrix} C^2H^4 \\ (C^2H^5)^2 \end{matrix}\Big\} O^2$, образуется вмѣстѣ съ алдегидомъ при окисленіи спирта смѣсью сѣрной кислоты и перекиси марганца; далѣе онъ получается при дѣйствіи бромистаго этилидена на этилатъ натрія. Это есть жидкость, пріятнаго запаха, кипящая при 104°. Подобное же соединеніе, *диметилацеталь*, $\begin{matrix} C^2H^4 \\ (CH^3)^2 \end{matrix}\Big\} O^2$, заключается въ неочищенномъ древесномъ спиртѣ.

Хлораль, C^2Cl^3HO, представляетъ безцвѣтную жидкость, съ характернымъ запахомъ, кипящую при 99°; онъ получается при дѣйствіи хлора на спиртъ. Хлораль представляетъ алдегидъ трихлороуксусной кислоты и переходитъ въ нее при окисленіи; по свойствамъ онъ подходитъ къ алдегиду; подобно ему, онъ даетъ твердое соединеніе съ амміакомъ, которое возстановляетъ серебряныя соли и соединяется съ кислыми сѣрнистощелочными солями въ кристаллическія соединенія.

Щелочами хлораль разлагается на хлороформъ и соль муравьиной кислоты:

$$\left\{\begin{matrix} CCl^3 \\ COH \end{matrix}\right. + \begin{matrix} H \\ K \end{matrix}\Big\} O = CCl^3H + \begin{matrix} COH \\ K \end{matrix}\Big\} O.$$

Этою реакціею пользуются для приготовленія хлороформа въ большихъ размѣрахъ. Въ спиртъ пропускаютъ хлоръ до насыщенія и охлоренный продуктъ перегоняютъ съ ѣдкимъ натромъ.

Уксусная кислота, $C^2H^4O^2$.

Уксусъ или разведенная уксусная кислота, извѣстенъ съ давнихъ поръ; выше были приведены различные случаи образованія уксусной кислоты; въ большихъ размѣрахъ ее приготовляютъ или окисленіемъ спирта, или сухою перегонкою дерева (древесный уксусъ). Чистый и разведенный спиртъ на воздухѣ самъ собою не окисляется, но въ прикосновеніи съ платиновою чернью, онъ превращается сначала въ алдегидъ, а потомъ въ уксусную кислоту; то же самое происходитъ въ присутствіи нѣкоторыхъ азотистыхъ веществъ; поэтому-то вино и пиво, содержащія такія вещества, на воздухѣ скоро окисаютъ. При этомъ окисленіи, называемомъ уксуснымъ броженіемъ, въ жидкости появляются низшіе растительные организмы (Mycoderma aceti), которые способствуютъ перенесенію кислорода воздуха на спиртъ. Для приготовленія уксуса въ большихъ размѣрахъ, вино, пивное сусло или слабый спиртъ смѣшиваютъ съ небольшимъ количествомъ уксуса и дрождей и предостав-

ляютъ долгое время дѣйствію воздуха въ неплотнозакрытыхъ бочкахъ при температурѣ 24 до 27°. Окисленіе идетъ скорѣе, если пропускать спиртовыя жидкости чрезъ древесныя опилки, смоченные уксусомъ и помѣщенныя въ вертикально стоящихъ бочкахъ. Этимъ приспособленіемъ достигается увеличеніе поверхности соприкосновенія жидкости съ воздухомъ, отчего окисленіе и идетъ быстрѣе. Чистую уксусную кислоту приготовляютъ, перегоняя уксуснонатріевую соль съ крѣпкою сѣрною кислотою. Она представляетъ безцвѣтную жидкость, кипящую при 118°, и застывающую при +17° въ бѣлые листоватые кристаллы. Она обладаетъ проницательнымъ кислымъ запахомъ и разрушительно дѣйствуетъ на кожу; съ водою она смѣшивается во всѣхъ пропорціяхъ.

При перегонкѣ разведенной уксусной кислоты, въ началѣ отгоняется слабая кислота, остатокъ же концентрируется болѣе и болѣе, такъ что, наконецъ, остается безводная уксусная кислота. Уксусныя соли почти всѣ растворяются въ водѣ и кристаллизуются.

Уксусноамміачная соль, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ NH^4\end{matrix}\right\}O$, распадается при нагрѣваніи, на воду и ацетамидъ.

Уксуснокаліевая соль, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ K\end{matrix}\right\}O$, расплывается, притягивая изъ воздуха влажность. Нагрѣтая до 300°, она плавится въ прозрачную жидкость, которая при охлажденіи застываетъ въ листоватую кристаллическую массу. Соль натрія кристаллизуется въ большихъ кристаллахъ, содержащихъ воду, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ Na\end{matrix}\right\}O + 3H^2O$.

Уксусноаллюминіевая и уксусножелѣзная соли употребляются какъ протравы въ красильномъ искусствѣ и при печатаніи ситцевъ.

Уксусносвинцовая соль, или свинцовый сахаръ, $\left.\begin{matrix}(C^2H^3O)^2\\ Pb\end{matrix}\right\}O^2 + 3H^2O$, представляетъ одну изъ важнѣйшихъ свинцовыхъ солей. Основныя соли происходятъ при раствореніи окиси свинца въ растворѣ свинцоваго сахара; полученная такимъ-образомъ жидкость называется *свинцовымъ уксусомъ*. *Мѣдянкою* называется смѣсь различныхъ основныхъ уксусномѣдныхъ солей. Средняя соль получается при раствореніи мѣдянки въ уксусной кислотѣ, въ видѣ темно-зеленыхъ кристалловъ, $\left.\begin{matrix}(C^2H^3O)^2\\ Cu\end{matrix}\right\}O^2 + H^2O$; она же, въ смѣси съ мышьяковистомѣдною солью, даетъ великолѣпно окрашенную въ зеленый цвѣтъ, нерастворимую въ водѣ, двойную соль, которая употребляется въ красильномъ искусствѣ подъ названіемъ *швейнфуртской зелени*. Соли уксусной кислоты легко узнаются по свойству выдѣлять при нагрѣваніи съ сѣрною кислотою пары уксусной кислоты, которую легко отличить по запаху; если къ этой смѣси прибавить спирта, то происходитъ уксусный эѳиръ, тоже отличающійся особымъ запахомъ. Сухія уксуснощелочныя соли, при нагрѣваніи ихъ съ триокисью мышьяка, распространяютъ отвратительный запахъ какодила.

Уксусноэтиловый эѳиръ или уксусный эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ C^2H^5\end{matrix}\right\}O$, приготовляется перегонкою уксусной соли со смѣсью сѣрной кислоты и виннаго спирта. Уксусный эѳиръ представляетъ безцвѣтную жидкость, обладающую пріятнымъ освѣжающимъ запахомъ и кипящую при 74°.

Уксусноамиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ C^5H^{11}\end{matrix}\right\}O$, получается подобнымъ же образомъ изъ амиловаго спирта; онъ кипитъ при 140°, запахъ его похожъ на запахъ бергамотовъ и онъ употребляется въ парфюмеріи подъ названіемъ бергамотоваго масла.

Хлористый ацетилъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ Cl\end{matrix}\right\}$, происходитъ при дѣйствіи хлористыхъ соединеній фосфора на уксусную кислоту:

$$PCl^3 + 3C^2H^3\left.\begin{matrix}O\\ H\end{matrix}\right\}O = H^3PO^3 + 3C^2H^3\left.\begin{matrix}O\\ Cl\end{matrix}\right\}.$$

Это безцвѣтная жидкость, кипящая при 55°; она сильно дымится на воздухѣ и обладаетъ удушливымъ запахомъ. Водою она разлагается на уксусную и соляную кислоты. Подобныя же свойства имѣютъ іодистый и бромистый ацетилъ.

Уксусный ангидридъ, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ C^2H^3O\end{matrix}\right\}O$, получается при дѣйствіи хлористаго ацетила на безводную соль уксусной кислоты,

$$\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ Na\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ C^2H^3O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}Na\\ Cl\end{matrix}\right\}.$$

Уксусный ангидридъ представляетъ безцвѣтную жидкость съ удушливымъ запахомъ, кипящую при 138°; онъ не смѣшивается съ водою, но опускается книзу и образуетъ въ прикосновеніи съ нею, особенно быстро при кипяченіи, уксусную кислоту. При дѣйствіи на него двуокиси барія, при сильномъ охлажденіи смѣси, образуется *перекись ацетила* $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ C^2H^3O\end{matrix}\right\}O^2$, въ видѣ тяжелой маслообразной жидкости, которая, подобно двуокиси водорода, дѣйствуетъ сильно окисляющимъ образомъ и

при нагрѣванiи разлагается со взрывомъ. Если дѣйствовать уксуснымъ ангидридомъ на двуокись барiя, не умѣряя реакцiи охлажденiемъ, то онъ распадается на двуокись углерода и водородистый этилъ:

$$\left.\begin{matrix} CH^3CO \\ CH^3CO \end{matrix}\right\} O^2 = \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} + 2CO^2.$$

Хлоръ при дѣйствiи на уксусную кислоту, при температурѣ ея кипѣнiя, замѣщаетъ въ ней водородъ, и, смотря по продолжительности дѣйствiя, получаются: *монохлороуксусная кислота*, $\left.\begin{matrix} COCH^2Cl \\ H \end{matrix}\right\} O$, твердое кристаллическое тѣло, плавящееся при 62°, и кипящее при 186°, *двухлороуксусная кислота*, $\left.\begin{matrix} COCHCl^2 \\ H \end{matrix}\right\} O$, и *трихлороуксусная кислота*, $\left.\begin{matrix} COCCl^3 \\ H \end{matrix}\right\} O$, которыя, равнымъ образомъ, кристаллизуются; эти три хлорокислоты образуютъ, подобно самой уксусной кислотѣ, соли, эѳиры, амиды и проч. При дѣйствiи жидкостей, въ которыхъ выдѣляется водородъ, хлоръ въ этихъ кислотахъ обратно замѣщается водородомъ и происходитъ уксусная кислота. Трихлороуксусная кислота, нагрѣтая съ ѣдкимъ кали, распадается на хлороформъ и углекалiевую соль:

$$\left.\begin{matrix} COCCl^3 \\ K \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} K \\ H \end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix} K \\ K \end{matrix}\right\} CO^3 + CCl^3H.$$

Извѣстны также бромо-и iодоуксусныя кислоты.

Тiоуксусная кислота, $\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ O \end{matrix}\right\} S$; это соединенiе находится въ такомъ же отношенiи къ уксусной кислотѣ, какъ меркантанъ къ спирту; она получается при дѣйствiи сѣрнистаго фосфора на уксусную кислоту:

$$P^2S^5 + 5C^2H^4O^2 = P^2O^5 + 5C^2H^4OS.$$

Это есть безцвѣтная жидкость, окрашивающаяся на воздухѣ въ желтый цвѣтъ; она пахнетъ одновременно сѣрнистымъ водородомъ и уксусною кислотою и кипитъ при 93°.

Ацетамидъ, $\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N$, получается при нагрѣванiи уксусноэтиловаго эѳира съ амміакомъ:

$$\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} H \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N = \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N + \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O,$$

или при перегонкѣ уксусноамміачной соли, которая при этомъ распадается на воду и ацетамидъ. Ацетамидъ представляетъ бѣлое кристаллическое тѣло, которое плавится при 78° и кипитъ при 222°. Съ кислотами онъ прямо соединяется, подобно амміаку; но онъ имѣетъ характеръ и слабой кислоты, потому что въ немъ можно замѣстить одинъ атомъ водорода металлами. При нагрѣванiи съ пятиокисью фосфора, онъ выдѣляетъ частицу воды и превращается въ ацетонитрилъ или синеродистый метилъ. При нагрѣванiи уксуснаго эѳира съ этиламиномъ, вмѣсто амміака происходитъ этилацетамидъ, $\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\} N$.

Ацетонъ, $\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ CH^3 \end{matrix}\right\}$, образуется при сухой перегонкѣ уксусныхъ солей, или при пропусканiи паровъ уксусной кислоты чрезъ накаленную трубку:

$$2\left.\begin{matrix} CH^3CO \\ H \end{matrix}\right\} O = \left\{\begin{matrix} CH^3CO \\ CH^3 \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O + CO^2.$$

Онъ заключается въ нечистомъ древесномъ спиртѣ, и можетъ быть полученъ синтетическимъ путемъ, разными способами:

1) При дѣйствiи цинкметила на хлористый ацетилъ:

$$\left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right\} Zn + 2\left.\begin{matrix} COCH^3 \\ Cl \end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix}\right\} Zn + 2\left\{\begin{matrix} COCH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right. .$$

2) При дѣйствiи окиси углерода на натрiумметилъ:

$$2NaCH^3 + CO = \left\{\begin{matrix} COCH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right. + Na^2.$$

Ацетонъ есть безцвѣтная жидкость, съ эѳирнымъ запахомъ, кипящая при 56°. Съ кислою сѣрнистонатрiевою солью онъ соединяется, подобно алдегиду, въ кристаллическое соединенiе, и подобно ему же при дѣйствiи амальгамы натрiя и воды, соединяется съ двумя атомами водорода и даетъ изопропиловый спиртъ, или метилированный этиловый спиртъ, $\left.\begin{matrix} C^2H^4(CH^3) \\ H \end{matrix}\right\} O$; это соединенiе будетъ далѣе описано подробнѣе.

Жирныя кислоты съ большимъ содержанiемъ углерода.

Высшiе члены этого ряда въ свойствахъ своихъ аналогичны уксусной кислотѣ и образуютъ, подобно ей, соли, эѳиры, хлорангидриды, ангидриды и т. д. Ихъ можно раздѣлить на двѣ группы. Содержащiе менѣе 12 атомовъ углерода, жидки при обыкновенной температурѣ и летучи безъ разложенiя; изъ нихъ низшiе члены нѣсколько растворимы въ водѣ, а высшiе нерастворимы. Кислоты заключающiя 12 и

болѣе атомовъ углерода суть тѣла твердыя, разлагающіяся при перегонкѣ.

Масляная кислота.

Масляная кислота найдена въ маслѣ, гдѣ она вмѣстѣ съ капроновою, каприловою и каприновою кислотами образуетъ сочетанное соединеніе съ глицериномъ; кромѣ того она находится въ сладкихъ стручьяхъ (Ceratonia siliqua), въ деревѣ тамариндѣ, и въ поту. Ее приготовляютъ, смѣшивая растворъ тростниковаго сахара съ гнилымъ сыромъ и мѣломъ, и оставляя бродить эту смѣсь долгое время при температурѣ въ 30°. Масляноэтиловый эѳиръ обладаетъ пріятнымъ запахомъ фруктовъ и служитъ для приготовленія искусственнаго рома.

Валеріановая кислота.

Она встрѣчается въ корняхъ валеріана и вообще значительно распространена въ растительномъ царствѣ; для приготовленія ея, окисляютъ амиловый спиртъ смѣсью кислой хромокаліевой соли и слабой сѣрной кислоты. Валеріаноамиловый эѳиръ извѣстенъ въ торговлѣ подъ названіемъ яблочнаго масла.

Такъ-называемый энантовый эѳиръ, получаемый при перегонкѣ вина, состоитъ изъ смѣси этиловыхъ эѳировъ каприловой и каприновой кислотъ; ему вино обязано своимъ особеннымъ запахомъ. Изъ твердыхъ, при обыкновенной температурѣ, кислотъ, лавровая кислота встрѣчается въ лавровомъ, а миристиновая въ мускатномъ маслахъ. Весьма распространена пальмитиновая кислота, которая, обыкновенно вмѣстѣ со стеариновою кислотою, встрѣчается во многихъ твердыхъ жирахъ. Самые богатые углеродомъ члены этого ряда находятся въ различныхъ родахъ воска.

Между реакціями общими для кислотъ и для спиртовъ особенно важны тѣ, посредствомъ которыхъ можно получать высшіе члены изъ низшихъ, приготовляемыхъ соединеніемъ составляющихъ ихъ элементовъ. Болотный газъ представляетъ простѣйшій углеродистый водородъ, который можно получить изъ неорганическихъ соединеній, именно пропуская надъ раскаленною мѣдью двусѣрнистый углеродъ и сѣрнистый водородъ:

$$CS^2 + 2H^2S + 4Cu^2 = CH^4 + 4Cu^2S.$$

Изъ него, дѣйствіемъ хлора, получается хлористый метилъ:

$$CH^4 + Cl^2 = CH^3Cl + HCl,$$

который, нагрѣтый съ ѣдкимъ кали, даетъ метиловый спиртъ:

$$CH^3Cl + KHO = CH^4O + KCl.$$

Исходя изъ метиловаго спирта, мы можемъ разными путями получить этиловыя соединенія:

1) Синеродистый метилъ, приготовляемый изъ метиловаго спирта, при разложеніи ѣдкимъ кали, даетъ уксусную кислоту:

$$CH^3CN + KHO + H^2O = C^2H^3KO^2 + NH^3.$$

Этиловый спиртъ нельзя прямо получить изъ уксусной кислоты; но мы можемъ приготовить алдегидъ, подвергая сухой перегонкѣ каліевыя соли уксусной и муравьиной кислотъ:

$$C^2H^3KO^2 + CHKO^2 = C^2H^4O + K^2CO^3.$$

Изъ алдегида же получается спиртъ, при дѣйствіи водорода въ моментъ выдѣленія.

2) Синеродистый метилъ, соединяясь съ водородомъ, даетъ этиламинъ.

$$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CN\end{matrix}\right. + 2H^2 = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}N.$$

При пропусканіи триокиси азота въ растворъ этиламина, получается азотистоэтиловый эѳиръ:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}N + N^2O^3 = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\NO^2\end{matrix}\right\} + H^2O + N^2.$$

А онъ, при нагрѣваніи съ ѣдкимъ кали, даетъ спиртъ:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\NO^2\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}K\\NO^2\end{matrix}\right\}.$$

3) При нагрѣваніи іодистаго метила, полученнаго изъ метиловаго спирта, съ цинкомъ, получается водородистый этилъ, C^2H^6, который, при дѣйствіи на него хлора, превращается въ хлористый этилъ; при нагрѣваніи послѣдняго съ уксуснокаліевою солью происходитъ уксусноэтиловый эѳиръ, изъ котораго, дѣйствіемъ ѣдкаго кали, легко получить этиловый спиртъ.

Эти же самыя реакціи приложимы къ этиловому спирту, изъ котораго, слѣдовательно, можно получить пропиловыя соединенія; изъ нихъ такимъ же образомъ можно получить бутиловыя и т. д.

Изомерные спирты и кислоты.

Общее въ разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ соединеніяхъ ежели выразить ихъ строеніе графически, то, что въ нихъ атомы углерода расположены цѣпью (см. стр. 229). Каждый атомъ углерода, находя-

щійся въ цѣпи, содержитъ двѣ единицы сродства, ненасыщенныя сродствомъ другихъ атомовъ углерода, и только два внѣшнихъ атома углерода содержатъ каждый по три такихъ ненасыщенныхъ единицъ сродства:

Водородистый метилъ.	Водородистый этилъ.	Водородистый пропилъ.	Водородистый гексилъ.
CH^4	$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^2\\CH^3\end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^2\\CH^2\\CH^2\\CH^2\\CH^3.\end{matrix}\right.$

Оба внѣшнихъ звена въ каждомъ изъ этихъ соединеній могутъ быть названы группою метила; при замѣщеніи въ одной изъ нихъ водорода одноатомнымъ элементомъ или радикаломъ, получатся соединенія спиртовыхъ радикаловъ:

Этиловый спиртъ.	Гексилевый спиртъ.
$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^2HO\end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^2\\CH^2\\CH^2\\CH^2\\CH^2HO.\end{matrix}\right.$

А при замѣщеніи и остальныхъ двухъ атомовъ водорода въ метилѣ кислородомъ, происходятъ жирныя кислоты:

Уксусная кислота.	Пропіоновая кислота.
$\left\{\begin{matrix}CH^3\\COOH\end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^2\\COOH.\end{matrix}\right.$

Слѣдовательно, всѣ химическія измѣненія происходятъ при атомѣ углерода, лежащемъ въ концѣ цѣпи; изобразивъ его отдѣльно, получимъ слѣдующія формулы:

Водородистый метилъ.	Водородистый этилъ.	Водородистый гексилъ.
$C\left\{\begin{matrix}H\\H\\H\\H\end{matrix}\right.$	$C\left\{\begin{matrix}CH^3\\H\\H\\H\end{matrix}\right.$	$C\left\{\begin{matrix}C^5H^{11}\\H\\H\\H.\end{matrix}\right.$

Метиловый спиртъ.	Этиловый спиртъ.	Гексилевый спиртъ.
$C\left\{\begin{matrix}H\\H\\H\\OH\end{matrix}\right.$	$C\left\{\begin{matrix}CH^3\\H\\H\\OH\end{matrix}\right.$	$C\left\{\begin{matrix}C^5H^{11}\\H\\H\\OH\end{matrix}\right.$
Муравьиная кислота.	**Уксусная кислота.**	**Капроновая кислота.**
$C\left\{\begin{matrix}H\\O\\OH\end{matrix}\right.$	$C\left\{\begin{matrix}CH^3\\O\\OH\end{matrix}\right.$	$C\left\{\begin{matrix}C^5H^{11}\\O\\OH.\end{matrix}\right.$

Соединенія съ подобнымъ строеніемъ называются *нормальными* или *первичными соединеніями*. Если же въ спиртѣ водяной остатокъ соединенъ не съ тѣмъ атомомъ углерода, который находится на концѣ цѣпи, а съ тѣмъ, который въ то же время соединенъ съ двумя другими атомами углерода, то такіе спирты называются *вторичными*. Такой спиртъ происходитъ, напримѣръ, изъ ацетона при присоединеніи къ нему водорода (см. стр. 277, bis).

$$\text{ацетонъ}\ \left\{\begin{matrix}CH^3\\CO\\CH^3\end{matrix}\right. = C\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\\O,\end{matrix}\right.$$

$$\text{вторичный пропиловый спиртъ или изопропиловый спиртъ}\ \left\{\begin{matrix}CH^3\\CHOH\\CH^3\end{matrix}\right. = C\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\\H\\OH.\end{matrix}\right.$$

Этотъ спиртъ представляетъ безцвѣтную жидкость, кипящую при 84°. При нагрѣваніи его съ іодистымъ водородомъ, получается іодистый изопропилъ, $C\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\\H\\J\end{matrix}\right.$, въ видѣ тяжелой, безцвѣтной жидкости, кипящей при 90°. Хлор- и бромангидридъ этого спирта получаются такимъ же образомъ при дѣйствіи соотвѣтствующихъ кислотъ. При окисленіи, іодистый изопропилъ обратно переходитъ въ ацетонъ, который по этому можно разсматривать какъ алдегидъ изопропиловаго спирта. При дальнѣйшемъ окисленіи ацетонъ не даетъ кислоты съ тремя паями углерода но распадается на уксусную и муравьиную кислоты.

Кромѣ обыкновеннаго ацетона, извѣстенъ цѣлый рядъ подобныхъ соединеній; они получаются сухою перегонкою солей жирныхъ кислотъ, или при дѣйствіи цинковыхъ соединеній спиртовыхъ радика-

ловъ на хлорангидриды кислотъ. Каждый такой ацетонъ состоитъ изъ группы CO, соединенной съ двумя спиртовыми радикалами.

Двуэтилацетонъ или пропіонъ $\left\{\begin{array}{l} C^2H^5 \\ CO \\ C^2H^5 \end{array}\right.$ Амилъ-метилъ-ацетонъ $\left\{\begin{array}{l} C^5H^{11} \\ CO \\ CH^3. \end{array}\right.$

Всѣ эти ацетоны, или, какъ ихъ иногда называютъ, кетоны, соединяясь съ водородомъ, даютъ вторичные спирты, отличающіеся отъ первичныхъ тѣмъ, что кипятъ при низшей температурѣ и окисляясь даютъ соотвѣтствующій ацетонъ, который при дальнѣйшемъ окисленіи распадается на кислоты съ меньшимъ содержаніемъ углерода.

Третичные спирты.

При дѣйствіи цинкметила на хлористый ацетилъ, получается ацетонъ. Если же взять избытокъ цинкметила, то по прошествіи нѣкотораго времени образуется густая масса, которая реагируетъ съ водою, выдѣляя водородистый метилъ, и образуя спиртъ, составъ котораго $C^4H^{10}O$. Этотъ спиртъ изомеренъ съ бутиловымъ спиртомъ, но отличается отъ него по строенію своему и свойствамъ. Водяной остатокъ въ этомъ спиртѣ присоединенъ къ тому атому углерода, который соединенъ съ тремя остальными атомами углерода, C $\left\{\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \\ OH \end{array}\right.$; этотъ спиртъ называется третичнымъ или псевдобутиловымъ спиртомъ. Извѣстны также нѣкоторые другіе третичные спирты: они получаются подобнымъ же образомъ при дѣйствіи цинкэтила и цинкамила на хлористый ацетилъ и хлорангидриды другихъ кислотъ. Всѣ они представляютъ густыя жидкости, съ запахомъ камфоры; температура кипѣнія ихъ гораздо ниже кипѣнія первичныхъ спиртовъ; при окисленіи, они распадаются на кислоты съ меньшимъ содержаніемъ углерода.

Вторичныя и третичныя кислоты.

Въ жирныхъ кислотахъ, какъ мы видѣли выше, натрій можетъ замѣщать одинъ пай водорода, кромѣ металлическаго; этотъ водородъ принадлежитъ къ спиртовому радикалу, принимаемому нами въ составѣ каждой жирной кислоты. Если на происшедшее соединеніе дѣйствовать іодангидридомъ спирта, то получается первичная же кислота, но съ большимъ содержаніемъ углерода. При этой реакціи карбоксилевая группа остается неизмѣнною, почему она и изображе-

на въ слѣдующихъ формулахъ отдѣльно. При дѣйствіи натрія на уксусный эѳиръ происходитъ соединеніе C $\left\{\begin{array}{l} Na \\ H \\ H \\ CO^2C^2H^5 \end{array}\right.$, которое, реагируя съ іодистымъ метиломъ, даетъ этиловый эѳиръ пропіоновой кислоты C $\left\{\begin{array}{l} CH^3 \\ H \\ H \\ CO^2C^2H^5 \end{array}\right.$. Іодистый амилъ даетъ эѳиръ энантовой кислоты C $\left\{\begin{array}{l} C^5H^{11} \\ H \\ H \\ CO^2C^2H^5. \end{array}\right.$

При дальнѣйшемъ же дѣйствіи натрія замѣщаются второй и третій атомы водорода въ метилѣ. На ихъ мѣсто можно ввести спиртовые радикалы и такимъ-образомъ получить эѳиры вторичныхъ и третичныхъ жирныхъ кислотъ, изъ которыхъ легко выдѣлить самыя кислоты.

Такимъ-образомъ имѣемъ:

C $\left\{\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \\ H \\ CO^2H \end{array}\right.$ двуметилоуксусная или псевдомасляная кислота.

C $\left\{\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \\ CO^2H \end{array}\right.$ триметилоуксусная или третичная валеріановая кислота.

Эти же кислоты получаются разложеніемъ синеродистыхъ соединеній вторичныхъ или третичныхъ спиртовыхъ радикаловъ. Синеродистый изопропилъ получается при дѣйствіи синеродистаго калія на іодистый изопропилъ. Ѣдкое кали разлагаетъ синеродистый изопропилъ, C $\left\{\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \\ H \\ CN \end{array}\right.$, и даетъ псевдомасляную кислоту.

Эти вторичныя и третичныя кислоты весьма сходны съ первичными, и отличаются отъ своихъ изомеровъ температурою кипѣнія, кристаллическою формою и растворимостью солей.

Соединенія двуатомныхъ спиртовыхъ радикаловъ.

Углеродистые водороды формулы C^nH^{2n} суть соединенія ненасыщенныя и имѣютъ двѣ свободныхъ единицы сродства, какъ выше о томъ было упомянуто; поэтому они соединяются съ двумя атомами хлора, брома, равно какъ съ частицею кислотъ и переходятъ при этомъ въ соединенія насыщенныя. Низшій членъ этого ряда, метиленъ, неизвѣстенъ, но получены нѣкоторыя изъ его соединеній, напр іодистый метиленъ и т. д.

Этиленъ, C^2H^4, или маслородный газъ описанъ уже въ главѣ объ углеродѣ; онъ образуется при сухой перегонкѣ каменныхъ углей и многихъ другихъ органическихъ тѣлъ. Лучшій способъ его приготовленія состоитъ въ томъ, что одинъ объемъ этиловаго спирта нагрѣваютъ съ четырьмя объемами сѣрной кислоты, при чемъ прибавляютъ столько песку, чтобы масса приняла консистенцію густаго тѣста,—безъ этой предосторожности происходитъ сильное вспѣниваніе смѣси. При нагрѣваніи спиртъ теряетъ частицу воды и переходитъ вслѣдствіе этого въ этиленъ, который и выдѣляется въ видѣ газа. Этиленъ соединяется съ элементами группы хлора и ихъ водородными кислотами; въ послѣднемъ случаѣ происходятъ хлористый, бромистый или іодистый этилъ. Этиленъ поглощается сѣрною кислотою, образуя сѣрноэтиловую кислоту.

Хлористый этиленъ, $C^2H^4Cl^2$, получается при дѣйствіи хлора на этиленъ въ видѣ маслообразной, безцвѣтной жидкости, кипящей при 82,5°, онъ нерастворимъ въ водѣ, но легко растворяется въ эѳирѣ и спиртѣ.

При дѣйствіи избытка хлора на хлористый этиленъ, происходятъ продукты дальнѣйшаго замѣщенія въ немъ водорода хлоромъ; последній продуктъ замѣщенія, *трехлористый углеродъ*, C^2Cl^6, есть то самое соединеніе, которое получается при дѣйствіи хлора на хлористый этилъ. При нагрѣваніи хлористаго этилена съ спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали, происходитъ сначала хлороэтиленъ, C^2H^3Cl, и выдѣляется соляная кислота; при дальнѣйшемъ дѣйствіи ѣдкаго кали выдѣляется еще частица соляной кислоты и происходитъ ацетиленъ, C^2H^2.

Бромистый этиленъ, $C^2H^4Br^2$, происходитъ прямымъ соединеніемъ этилена съ бромомъ. Онъ весьма сходенъ съ хлористымъ этиленомъ

и кипитъ при 129°. Труднѣе этиленъ соединяется съ іодомъ; для приготовленія *іодистаго этилена*, $C^2H^4J^2$, этиленъ пропускаютъ надъ нагрѣтымъ іодомъ, или подвергаютъ смѣсь іода и этилена дѣйствію солнечнаго свѣта. Лучшій способъ состоитъ въ пропусканіи этилена въ спиртовый растворъ іода. Іодистый этиленъ представляетъ твердое тѣло, кристаллизующееся въ бѣлыхъ иглахъ.

Этиленовый гликоль или *гликоль*, $C^2H^4\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.$; при дѣйствіи іодистаго этилена на уксусное серебро, происходитъ сильная реакція и образуется уксусногликолевый эѳиръ, $C^2H^4\left\{\begin{matrix}OC^2H^3O\\OC^2H^3O\end{matrix}\right.$:

$$C^2H^4\left\{\begin{matrix}J\\J\end{matrix}\right. + 2\begin{matrix}C^2H^3O\\Ag\end{matrix}\Big\}O = 2\begin{matrix}J\\Ag\end{matrix}\Big\} + C^2H^4\left\{\begin{matrix}OC^2H^3O\\OC^2H^3O\end{matrix}\right.$$

При кипяченіи съ ѣдкимъ баритомъ, или ѣдкимъ кали, этотъ эѳиръ выдѣляетъ гликоль, въ видѣ безцвѣтной, немного тягучей жидкости сладкаго вкуса, которая смѣшивается во всѣхъ пропорціяхъ съ водою и спиртомъ. При 0° онъ имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,125 и кипитъ при 197,5; легко уступаетъ дѣйствію окисляющихъ веществъ; при дѣйствіи на водный растворъ его платиновой черни, происходитъ гликолевая кислота:

$$\left\{\begin{matrix}CH^2OH\\CH^2OH\end{matrix}\right. + O^2 = H^2O + \left\{\begin{matrix}CH^2OH\\COOH.\end{matrix}\right.$$

Это же соединеніе происходитъ при дѣйствіи на гликоль слабой азотной кислоты на холоду; при нагрѣваніи образуется щавелевая кислота:

$$\left\{\begin{matrix}CH^2OH\\CH^2OH\end{matrix}\right. + 2O^2 = 2H^2O + \left\{\begin{matrix}COOH\\COOH.\end{matrix}\right.$$

Эти реакціи аналогичны образованію уксусной кислоты изъ спирта; но разница тутъ въ томъ, что спиртъ одноатомнаго этила даетъ только одну одноосновную кислоту, а двуатомный гликоль даетъ одну одноосновную и одну двуосновную кислоты.

Извѣстенъ также алдегидъ щавелевой кислоты, *гліоксаль*, $C^2H^2O^2$, который происходитъ изъ гликоля, при выдѣленіи изъ него четырехъ атомовъ водорода. Натрій легко дѣйствуетъ на гликоль, замѣщая водородъ водяныхъ остатковъ; получаются соединенія:

$$C^2H^4\left\{\begin{matrix}OH\\ONa\end{matrix}\right. \text{ и } C^2H^4\left\{\begin{matrix}ONa\\ONa\end{matrix}\right.$$

При дѣйствіи на послѣднее соединеніе іодангидридовъ спиртовъ, получаются эѳиры гликоля, напр. двуэтилгликоль,

$C^2H^4\left\{\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right. = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^4\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O^2$, который изомеренъ съ ацеталемъ (стр. 273, bis), происходящимъ отъ алдегида. При нагрѣвані и гликоля съ соляною кислотою, одинъ водяной остатокъ его замѣщается хлоромъ и происходитъ первый хлорангидридъ гликоля или этилен-хлоргидринъ, $C^2H^4\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right.$. Это же соединеніе образуется прямымъ соединеніемъ этилена съ хлорноватистою кислотою:

$$C^2H^4\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} = H^2O + C^2H^4\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right.$$

$$C^2H^4 + \left.\begin{matrix}Cl\\H\end{matrix}\right\}O = C^2H^4\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right..$$

При нагрѣваніи его съ пятихлористымъ фосфоромъ происходитъ хлористый этиленъ:

$$C^2H^5\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right. + PCl^5 = C^2H^4\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right. + HCl + POCl^3.$$

Слѣдовательно, гликоль отличается отъ этиловаго спирта тѣмъ, что, какъ соединеніе двуатомнаго радикала, даетъ два хлорангидрида, два эѳира одной и той же кислоты и т. д. Такимъ образомъ намъ извѣстны два уксусногликолевыхъ эѳира:

одноуксусногликолевый эѳиръ:

$$C^2H^4\left\{\begin{matrix}OC^2H^3O\\OH\end{matrix}\right.$$

двууксусногликолевый эѳиръ:

$$C^2H^4\left\{\begin{matrix}OC^2H^3O\\OC^2H^3O\end{matrix}\right.$$

и два этилогликолевыхъ эѳира:

одноэтиловый гликоль:

$$C^2H^4\left\{\begin{matrix}OC^2H^5\\OH\end{matrix}\right.$$

двуэтиловый гликоль:

$$C^2H^4\left\{\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right..$$

Окись этилена, C^2H^4O. При дѣйствіи ѣдкаго кали на первый хлорангидридъ гликоля, выдѣляются элементы соляной кислоты и происходитъ окись этилена:

$$C^2H^4\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right. + KOH = KCl + H^2O + C^2H^4O.$$

Это есть безцвѣтная жидкость, кипящая при 13,5°, и смѣшивающаяся во всѣхъ пропорціяхъ съ водою. Она обладаетъ щелочными свойствами и соединяется съ кислотами, образуя гликолевые эѳиры:

$$C^2H^4O + HCl = C^2H^4\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right.$$

$$C^2H^4O + \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}O = C^2H^4\left\{\begin{matrix}OC^2H^3O.\\OH\end{matrix}\right.$$

Изъ растворовъ многихъ металлическихъ солей она осаждаетъ водныя окиси, напр.:

$$2C^2H^4O + CuCl^2 + H^2O = 2C^2H^4\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right. + CuH^2O^2$$

Съ амміакомъ она также соединяется и образуетъ рядъ соединеній, обладающихъ сильными основными свойствами. Съ водою она образуетъ гликоль, а соединяясь съ самимъ гликолемъ даетъ рядъ полиэтиленовыхъ гликолей, напр.:

$$C^2H^4O + C^2H^4\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. = \left.\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\end{matrix}\right\}\begin{matrix}OH\\O\\OH\end{matrix}$$ двуэтиленовый гликоль.

$$C^2H^4O + \left.\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\end{matrix}\right\}\begin{matrix}OH\\O\\OH\end{matrix} = \left.\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\\C^2H^4\end{matrix}\right\}\begin{matrix}OH\\O\\O\\OH\end{matrix}$$ триэтиленовый гликоль.

Окись этилена изомерна съ алдегидомъ и подобно ему соединяется съ водородомъ и даетъ спиртъ.

Уже прежде было упомянуто, что въ алдегидѣ можно принимать двуатомный радикалъ этилиденъ, изомерный съ этиленомъ. Легко замѣтить различіе между ними; въ этиленѣ съ каждымъ атомомъ углерода соединены два атома водорода; въ этилиденѣ одинъ атомъ углерода соединенъ съ тремя, а другой съ однимъ атомомъ водорода; такимъ-образомъ мы имѣемъ два слѣдующихъ изомерныхъ ряда:

рядъ этилидена:		рядъ этилена:	
алдегидъ	$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CHO\end{matrix}\right.$	окись этилена	$\left\{\begin{matrix}CH^2\\CH^2\end{matrix}\right\}O$
хлористый этилиденъ	$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CHCl^3\end{matrix}\right.$	хлористый этиленъ	$\left\{\begin{matrix}CH^2Cl\\CH^2Cl\end{matrix}\right.$
ацеталь	$\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH\left\{\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right.\end{matrix}\right.$	двуэтил. гликоль	$\left\{\begin{matrix}CH^2OC^2H^5\\CH^2OC^2H^5.\end{matrix}\right.$

Соединенія этилена съ элементами группы азота весьма многочисленны; двуатомный этиленъ замѣщаетъ 2 атома водорода въ амміакѣ

или въ аминахъ спиртовъ и даетъ, такимъ-образомъ, первичные, вторичные и третичные двуамины и соединенія типа аммонія, совершенно аналогично этилу. Двуамины этилена представляютъ летучія основанія, получающіяся при дѣйствіи амміака на бромистый этиленъ. Извѣстны также фосфорныя и мышьяковыя основанія этилена.

Углеводороды ряда, C^nH^{2n}.

Эти углеродистые водороды образуются совершенно аналогично этилену.

1. Изъ одноатомныхъ спиртовъ чрезъ отнятіе элементовъ воды посредствомъ сѣрной кислоты или хлористаго цинка, напр.:

$$C^5H^{12}O - H^2O = C^5H^{10}.$$

2. Изъ хлорангидридовъ спиртовъ чрезъ отнятіе элементовъ соляной кислоты.

$$C^6H^{13}Cl + KOH = C^6H^{12} + KCl + H^2O.$$

3. При сухой перегонкѣ многихъ органическихъ тѣлъ; поэтому они образуютъ составную часть продуктовъ сухой перегонки каменныхъ углей и древеснаго дегтя.

Въ слѣдующей таблицѣ собраны наиболѣе изслѣдованные углеродистые водороды этого ряда:

		Точка кипѣнія.
Этиленъ	C^2H^4	—
Пропиленъ	C^3H^6	—
Бутиленъ	C^4H^8	+ 3°.
Амиленъ	C^5H^{10}	+35°
Гексиленъ	C^6H^{12}	+69°
Гептиленъ	C^7H^{14}	95°
Октиленъ	C^8H^{16}	116°
Декатиленъ	$C^{10}H^{20}$	160°
Цетенъ	$C^{16}H^{32}$	275°
Церотенъ	$C^{27}H^{54}$	
Меленъ	$C^{30}H^{60}$.	

Каждый изъ этихъ углеродистыхъ водородовъ прямо соединяется съ элементами группы хлора; всѣ они образуютъ гликоли или двуатомные спирты, которые при послѣдовательномъ окисленіи даютъ двѣ кислоты. Они соединяются также и съ водородными кислотами элементовъ группы хлора; но тутъ замѣчается то различіе, что со-

единенія этилена съ этими кислотами тожественны съ хлористымъ, бромистымъ и іодистымъ этиломъ, а соединенія пропилена и высшихъ гомологовъ изомерны съ соотвѣтствующими галоидангидридами спиртовъ. Изъ соединеній пропилена и высшихъ его гомологовъ съ водородными кислотами элементовъ группы хлора, можно легко получить сложные эѳиры и *вторичные* спирты. Причина, почему вслѣдствіе присоединенія этихъ кислотъ не получается нормальныхъ галоидангидридовъ спиртовъ заключается въ томъ, что свободныя единицы сродства углерода находятся не во внѣшнихъ углеродныхъ атомахъ цѣпи, какъ то бываетъ въ этиленѣ, а во внутреннихъ, напр.:

этиленъ іодистый этилъ

$$\left\{\begin{matrix} CH^2 \\ CH^2 \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} H \\ J \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2J. \end{matrix}\right.$$

пропиленъ іодистый изопропилъ.

$$\left\{\begin{matrix} CH^2 \\ CH \\ CH^3 \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} H \\ J \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} CH^2 \\ CHJ \\ CH^3 \end{matrix}\right.$$

Въ двуатомныхъ спиртахъ, въ первыхъ четырехъ членахъ, температура кипѣнія понижается съ увеличеніемъ содержанія въ нихъ углерода; въ этомъ они составляютъ замѣчательное отступленіе отъ общаго правила. До сихъ поръ получены слѣдующіе гликоли:

		Точки кипѣнія.
Этиленовый гликоль	$C^2H^6O^2$	197,5°
Пропиленовый »	$C^3H^8O^2$	188°
Бутиленовый »	$C^4H^{10}O^2$	183°
Амиленовый »	$C^5H^{12}O^2$	177°
Гексиленовый »	$C^6H^{14}O^2$	207°
Октиленовый »	$C^8H^{18}O^2$	237°.

Они весьма сходны по химическимъ свойствамъ съ этиловымъ гликолемъ и образуютъ два ряда эѳировъ и два хлорангидрида, изъ которыхъ первый, при дѣйствіи ѣдкаго кали, даетъ соотвѣтствующую окись. Эти окиси, соединяясь съ водородомъ, даютъ вторичные спирты, а эти спирты, дѣйствіемъ іодистаго водорода, превращаются въ іодангидриды вторичныхъ спиртовъ, напр.:

пропиленовый гликоль іодистый изопропилъ.

$$\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ CHOH \\ CH^2OH \end{matrix}\right. + 3\left.\begin{matrix} H \\ J \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} CH^3 \\ CHJ \\ CH^3 \end{matrix}\right. + H^2O + J^2.$$

Кислоты молочнаго ряда.

Углекислота . . . . CH^2O^3.
Гликолевая кислота . . . . . $C^2H^4O^3$.
Молочная . . . . $C^3H^6O^3$.
Бутилактиновая . . . . . . $C^4H^8O^3$.
Валеролактиновая . . . . . . $C^5H^{10}O^3$.
Лейциновая . . . . $C^6H^{12}O^3$.

Подобно тому, какъ окисленіемъ одноатомныхъ спиртовъ получаются жирныя кислоты, также точно замѣщеніемъ двухъ атомовъ водорода въ гликолѣ атомомъ кислорода происходятъ кислоты, называемыя молочными, по кислотѣ этого ряда, наиболѣе изслѣдованной.

Подобно гликолямъ, эти кислоты содержатъ два водяныхъ остатка; изъ нихъ одинъ находится въ карбоксилѣ, а другой соединенъ, какъ въ гликолѣ, съ углеродомъ:

гликоль — гликолевая кислота.

$$\left\{\begin{matrix} CH^2OH \\ CH^2OH \end{matrix}\right. \qquad \left\{\begin{matrix} CH^2OH \\ COOH \end{matrix}\right.$$

Это объясняетъ, почему кислоты этого ряда имѣютъ на половину кислотный, на половину спиртовой характеръ. Можно, напр., получить эѳиръ молочной кислоты, не имѣющій кислой реакціи, замѣстивъ въ ней водородъ карбоксила этиломъ; но, замѣстивъ водородъ спиртоваго водянаго остатка этиломъ, получимъ эѳиръ, который въ то же время есть кислота, не уступающая въ кислотныхъ свойствахъ молочной:

Молочный эѳиръ . . $\left\{\begin{matrix} C^2H^4OH \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}\right.$

Этиломолочная кислота . $\left\{\begin{matrix} C^2H^4OC^2H^5 \\ CO^2H \end{matrix}\right.$

Этиломолочный эѳиръ . $\left\{\begin{matrix} C^2H^4OC^2H^5 \\ C^2H^4OC^2H^5 \end{matrix}\right.$

Кислоты молочнаго ряда отличаются отъ кислотъ жирнаго ряда водянымъ остаткомъ, замѣстившимъ водородъ жирныхъ кислотъ. Переходъ отъ одного ряда къ другому совершается легко посредствомъ простыхъ реакцій.

При кипяченіи монохлороуксусной кислоты съ ѣдкимъ кали, происходитъ каліевая соль гликолевой кислоты:

$$\left\{\begin{matrix} CH^2Cl \\ CO^2K \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} K \\ H \end{matrix}\right\}O = \left\{\begin{matrix} CH^2OH \\ CO^2K \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} K \\ Cl \end{matrix}\right\}$$

Слѣдовательно, водяной остатокъ замѣщаетъ хлоръ.

При нагрѣваніи гликолевой кислоты съ крѣпкою іодистоводородною кислотою, происходитъ уксусная кислота:

$$\left\{\begin{matrix} CH^2OH \\ CO^2H \end{matrix}\right. + 2\left.\begin{matrix} H \\ J \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} CH^3 \\ CO^2H \end{matrix}\right. + H^2O + J^2.$$

При дѣйствіи хлористаго фосфора на молочную кислоту, оба водяныхъ остатка замѣщаются хлоромъ; полученный хлористый лактилъ разлагается водою на соляную и хлоропропіоновую кислоту; слѣдовательно, хлористый лактилъ реагируетъ съ водою, на половину какъ хлорангидридъ спирта, а на половину какъ хлорангидридъ кислоты:

$$\left\{\begin{matrix} C^2H^4Cl \\ COCl \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\}O = \left\{\begin{matrix} C^2H^4Cl \\ COOH \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} H \\ Cl \end{matrix}\right\}.$$

Углекислота.

Эта кислота не извѣстна въ свободномъ состояніи, но только въ видѣ солей; она значительно отступаетъ въ своихъ химическихъ свойствахъ отъ высшихъ своихъ гомологовъ; это основывается на томъ, что въ ней оба водяныхъ остатка соединены съ группою CO. Углекислота двуосновна; она и соли ея уже были описаны.

Окись углерода, CO, или *карбонилъ*, есть соединеніе ненасыщенное; она соединяется прямо съ хлоромъ, образуя хлорокись углерода, $COCl^2$, и съ ѣдкимъ кали, образуя муравьинокалійную соль, $\left.\begin{matrix} COH \\ K \end{matrix}\right\}O$.

Сѣрноуглекислота, CH^2S^3; сѣрнистый углеродъ, подобно двуокиси углерода, прямо соединяется съ окисями металловъ и образуетъ рядъ солей называемыхъ *сѣрноуглекислыми*:

$$CS^2 + K^2S = CK^2S^3.$$

Сѣрноуглекислота выдѣляется въ видѣ тяжелой, маслообразной жидкости, при дѣйствіи соляной кислоты на растворъ сѣрноуглекаліевой соли. Она образуетъ рядъ солей, частію кристаллическихъ, и эѳиры, кислые и средніе.

Гликолевая кислота, $C^2H^4O^3$. Различные случаи образованія этой кислоты описаны выше; она образуетъ кристаллическое расплывающееся тѣло, которое, при дѣйствіи на него хлористаго фосфора, превращается въ *хлористый гликолилъ*, $\left.\begin{matrix} C^2H^2ClO \\ Cl \end{matrix}\right\}$; это соединеніе тожественно съ хлорохлористымъ ацетиломъ и распадается съ водою на монохлороуксусную кислоту и соляную кислоту.

Гликоколъ или *гликолеаминовая кислота*, $C^2H^5NO^2$ (клеевой сахаръ). При кипяченіи животнаго клея съ слабою сѣрною кислотою,

*

получается вещество сладкаго вкуса, называемое клеевымъ сахаромъ; это же соединеніе получается при нагрѣваніи монохлороуксусной кислоты съ амміакомъ:

$$\left\{\begin{array}{l}CH^2Cl\\CO^2H\end{array}\right. + NH^3 = \left.\begin{array}{l}H\\H\\CH^2\\CO^2H\end{array}\right\}N.$$

Гликоколь имѣетъ слабыя кислотныя свойства, но соединяется также и съ кислотами, подобно аминамъ; въ видѣ такихъ соединеній онъ встрѣчается въ желчи и въ мочѣ травоядныхъ.

Молочная кислота, $C^3H^6O^3$. Молочная кислота находится въ кисломъ молокѣ, въ кислой капустѣ и въ желудочномъ сокѣ; ее получаютъ, оставляя бродить, долгое время, при 15° до 20°, растворъ сахара смѣшанный съ мѣломъ и гнилымъ сыромъ. Ее также можно получить слѣдующими путями: 1) окисленіемъ пропиленоваго гликоля, 2) кипяченіемъ монохлоропропіоновой кислоты со щелочами, 3) оставляя стоять нѣсколько дней смѣсь алдегида съ соляною и синильною кислотами:

$$\left\{\begin{array}{l}CH^3\\CHO\end{array}\right. + CNH + 2H^2O + HCl = \left\{\begin{array}{l}CH^3\\CHOH\\CO^2H\end{array}\right. + NH^4Cl.$$

Чистая молочная кислота представляетъ густую безцвѣтную жидкость, съ удѣльнымъ вѣсомъ 1,215; при нагрѣваніи она выдѣляетъ элементы воды и образуетъ лактидъ, $C^3H^4O^2$, или ангидридъ молочной кислоты, и двулактилевую кислоту, $C^6H^{10}O^5$; другая часть ея при этомъ разлагается на окись углерода, алдегидъ и воду. При нагрѣваніи съ іодистымъ водородомъ, она возстановляется въ пропіоновую кислоту. Молочныя соли хорошо кристаллизуются и по большей части растворяются въ водѣ. Важнѣйшая изъ нихъ цинковая, которая кристаллизуется въ маленькихъ блестящихъ иглахъ $\left.\begin{array}{l}C^3H^5O^3\\C^3H^5O^3\end{array}\right\}Zn + H^2O.$

При пропусканіи въ растворъ этой соли сѣрнистаго водорода, цинкъ осаждается въ видѣ сѣрнистаго цинка, и получается водный растворъ молочной кислоты, который можно сгустить выпариваніемъ.

Аланинъ, $\left.\begin{array}{l}H\\H\\C^2H^4\\CO^2H\end{array}\right\}N$, или лактаминовая кислота происходитъ при дѣйствіи амміака на хлоропропіоновую кислоту, и при кипяченіи алдегидамміака съ синильною кислотою:

$$C^2H^4O + CNH + H^2O = C^3H^7NO^2.$$

Аланинъ весьма сходенъ съ гликоколемъ; при дѣйствіи азотистой кислоты онъ даетъ молочную кислоту, разлагаясь подобно аминамъ.

$$C^3H^7NO^2 + HNO^2 = C^3H^6O^3 + H^2O + N^2.$$

Парамолочная кислота или *мясомолочная кислота*, изомерна съ молочною кислотою и встрѣчается въ мускулахъ. Обѣ кислоты различаются по своей растворимости и кристаллической формѣ солей. Мясомолочную кислоту можно искусственно приготовить изъ соединеній этилена, а молочную, какъ мы видѣли, изъ алдегида. Поэтому формулы обоихъ кислотъ будутъ слѣдующія:

обыкновенная молочная кислота $\left\{\begin{array}{l}CH^3\\CHOH,\\CO^2H\end{array}\right.$

мясомолочная кислота $\left\{\begin{array}{l}CH^2OH\\CH\\CO^2H.\end{array}\right.$

Лейциновая кислота, $C^6H^{12}O^3$, получается изъ лейцина, подобно тому какъ молочная изъ аланина. *Лейцинъ*, $\left.\begin{array}{l}H\\H\\C^5H^{10}\\CO^2H\end{array}\right\}N$, образуетъ небольшія жирныя чешуйки и встрѣчается въ мозгу, легкихъ, печени, и т. д.; при нѣкоторыхъ болѣзняхъ онъ развивается въ большихъ количествахъ. Кромѣ того онъ происходитъ при разложеніи органическихъ веществъ и содержится въ гниломъ сырѣ.

Синтезомъ получены еще нѣсколько рядовъ кислотъ изомерныхъ этому ряду; напримѣръ, формулѣ $C^4H^8O^3$ соотвѣтствуютъ:

бутилактиновая кислота $\left\{\begin{array}{l}C^2H^5\\CHOH\\CO^2H\end{array}\right.$

диметоксалевая кислота $\left\{\begin{array}{l}C\left\{\begin{array}{l}OH\\CH^3\\CH^3\end{array}\right.\\CO^2H\end{array}\right.$

парабутилактиновая кислота $\left\{\begin{array}{l}C^3H^6OH\\CO^2H\end{array}\right.$

Кислоты щавелеваго ряда.

Щавелевая	кислота	$C^2H^2O^4$
Малоновая	»	$C^3H^4O^4$
Янтарная	»	$C^4H^6O^5$
Пригорѣловинная	»	$C^5H^8O^4$

Адипиновая	кислота	$C^6H^{10}O^4$
Пимелиновая	»	$C^7H^{12}O^4$
Субериновая	»	$C^8H^{14}O^4$
Азелаиновая	»	$C^9H^{16}O^4$
Себациновая	»	$C^{10}H^{18}O^4$
Брассиловая	»	$C^{11}H^{20}O^4$
Роцелловая	»	$C^{17}H^{32}O^4$.

Эти кислоты содержатъ двѣ карбоксилевыхъ группы и потому двуосновны; онѣ происходятъ при окисленіи жирныхъ кислотъ. При кипяченіи, напримѣръ, масляной кислоты съ азотною, происходитъ янтарная кислота:

$$C^4H^8O^2 + O^3 = C^4H^6O^4 + H^2O.$$

За исключеніемъ щавелевой кислоты, на эти кислоты можно смотрѣть какъ на соединенія углеродистыхъ водородовъ этиленоваго ряда съ двумя группами карбоксила; поэтому способы образованія и распаденіе этихъ двухъ рядовъ кислотъ совершенно сходны. Подобно тому какъ жирныя кислоты происходятъ изъ синеродистыхъ спиртовыхъ радикаловъ при измѣненіи группы синерода въ карбоксилъ, также и двуосновныя кислоты происходятъ подобнымъ образомъ изъ синеродистыхъ соединеній двуатомныхъ радикаловъ. При нагрѣваніи синеродистаго этилена съ ѣдкимъ кали, происходитъ янтарная кислота:

$$\left\{\begin{matrix} CN \\ C^2H^4 \\ CN \end{matrix}\right. + 2H^2O = \left\{\begin{matrix} CO^2H \\ C^2H^4 \\ CO^2H \end{matrix}\right. + 2NH^2.$$

Если янтарнокаліевую соль подвергать дѣйствію гальваническаго тока, то янтарная кислота распадается на этиленъ, двуокись углерода и водородъ:

$$\left\{\begin{matrix} CO^2H \\ C^2H^4 \\ CO^2H \end{matrix}\right. = C^2H^4 + 2CO^2 + H^2.$$

При нагрѣваніи съ ѣдкимъ баритомъ, эти кислоты распадаются на двуокись углерода и углеродистый водородъ формулы C^nH^{2n+2}. Субериновая, или пробковая кислота, даетъ при этихъ условіяхъ водородистый гексилъ:

$$\left\{\begin{matrix} CO^2H \\ C^6H^{12} \\ CO^2H \end{matrix}\right. = C^6H^{14} + 2CO^2.$$

Такъ-какъ въ кислотахъ этого ряда группа карбоксилъ должна содержаться два раза, то низшій возможный членъ долженъ содержать два атома углерода; это будетъ *двукарбоксилъ*, или щавелевая кислота $\left\{\begin{matrix} CO^2H \\ CO^2H \end{matrix}\right.$.

Щавелевая кислота, $C^2H^2O^4$, весьма распространена въ растительномъ царствѣ и встрѣчается обыкновенно въ видѣ каліевой или известковой соли. Она образуется также при окисленіи многихъ соединеній; чистую щавелевую кислоту получаютъ, нагрѣвая тростниковый сахаръ съ азотною кислотою; прежде этимъ способомъ приготовляли щавелевую кислоту въ большихъ размѣрахъ; въ настоящее время фабричнымъ образомъ ее приготовляютъ, нагрѣвая древесныя опилки съ ѣдкимъ кали. Нечистый щавелевый калій превращаютъ въ нерастворимую известковую соль и разлагаютъ ее сѣрною кислотою; происходитъ гипсъ и растворъ щавелевой кислоты, изъ котораго она осаждается при выпариваніи въ кристаллахъ, содержащихъ воду, $C^2H^2O^4 + 2H^2O$, и принадлежащихъ къ одноклиномѣрной системѣ. Высушенная при 100°, или подъ колоколомъ воздушнаго насоса, кислота отдаетъ кристаллизаціонную воду и распадается въ бѣлый порошокъ. При нагрѣваніи щавелевой кислоты до 160°, часть ея возгоняется, другая же большая часть распадается на окись углерода, двуокись углерода и муравьиную кислоту. Нагрѣтая съ сѣрною кислотою, она распадается на воду и равные объемы окиси и двуокиси углерода (стр. 65). Кислыя и среднія щелочныя соли ея растворимы въ водѣ и хорошо кристаллизуются; щавелевыя соли другихъ металловъ, по большей части, въ водѣ нерастворимы. Калійныя соли ея слѣдующія:

$C^2K^2O^4 + H^2O$ средній щавелевый калій,
$C^2KHO^4 + H^2O$ кислый » »
$C^2KHO^4 + C^2H^2O^4 + 2H^2O$.

Щавелевоизвестковая соль отличается своею нерастворимостью и потому этимъ соединеніемъ пользуются для количественнаго опредѣленія кальція.

Щавелевометиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix} C^2O^2 \\ (CH^3)^2 \end{matrix}\right\} O^2$, получается при перегонкѣ древеснаго спирта съ сѣрною кислотою и щавелевымъ каліемъ. Этотъ эѳиръ образуетъ большіе таблицеобразные кристаллы, плавящіеся при 51°; онъ кипитъ при 162°. При нагрѣваніи съ водою, это соединеніе разлагается на щавелевую кислоту и метиловый спиртъ. Щавелевометиловый эѳиръ служитъ для приготовленія чистаго метиловаго спирта.

Подобнымъ же образомъ получается и *щавелевоэтиловый* эѳиръ въ видѣ жидкости, кипящей при 186°. Одновременно съ нимъ образуется кислый щавелевый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^2O^2\\C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O^2$, который есть одноосновная кислота, впрочемъ легко разлагающаяся и дающая рядъ солей равнымъ образомъ непостоянныхъ.

Амиды щавелевой кислоты; при нагрѣваніи средней щавелевоамміачной соли, выдѣляются двѣ частицы воды и происходитъ *оксамидъ*, $\left.\begin{matrix}C^2O^2\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2$, который представляетъ бѣлый нерастворимый въ водѣ порошокъ; при нагрѣваніи съ пятиокисью фосфора, оксамидъ выдѣляетъ еще двѣ частицы воды и даетъ синеродъ; синеродъ, присоединяя двѣ частицы воды, переходитъ обратно въ щавелевую кислоту, превращаясь при этомъ по указанной выше общей реакціи, въ группу карбоксила:

щавелевоамміачная соль, оксамидъ,

$$\left\{\begin{matrix}CO^2NH^4\\CO^2NH^4\end{matrix}\right. - 2H^2O = \left\{\begin{matrix}CONH^2\\CONH^2\end{matrix}\right.$$

оксамидъ ціанъ

$$\left\{\begin{matrix}CONH^2\\CONH^2\end{matrix}\right. - 2H^2O = \left\{\begin{matrix}CN\\CN\end{matrix}\right.$$

двукарбоксилъ или щавелевая кислота

$$\left\{\begin{matrix}CN\\CN\end{matrix}\right. + 4H^2O = \left\{\begin{matrix}CO^2H\\CO^2H\end{matrix}\right. + 2NH^3.$$

Кислая щавелевоамміачная соль, $\left.\begin{matrix}C^2O^2\\HNH^4\end{matrix}\right\}O^2$, выдѣляетъ при нагрѣваніи частицу воды и превращается въ одноосновную оксаминовую кислоту:

$$\left\{\begin{matrix}CO^2H\\CO^2NH^4\end{matrix}\right. - H^2O = \left\{\begin{matrix}CO^2H\\CONH^2\end{matrix}\right. = \begin{matrix}\left.\begin{matrix}H\\H\\CO\end{matrix}\right\}N\\CO^2H\end{matrix}$$

Малоновая кислота, $C^3H^4O^4$, происходитъ при окисленіи яблочной кислоты азотною кислотою. Другой способъ ея полученія изъ уксусной кислоты весьма интересенъ, потому что устанавливаетъ общій методъ полученія кислотъ щавелеваго ряда изъ кислотъ жирнаго ряда, содержащихъ паемъ углерода меньше. При нагрѣваніи монохлоро-

уксуснаго этила съ синеродистымъ каліемъ, получается ціаноуксусный этилъ, а ціаноуксусный калій при кипяченіи съ ѣдкимъ кали даетъ амміакъ и малоновокаліевую соль:

ціаноуксусный калій малоновый калій

$$\left\{\begin{matrix}CH^2CN\\CO^2K\end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O = \left\{\begin{matrix}CO^2K\\CH^2\\CO^2K\end{matrix}\right. + NH^3.$$

Янтарная кислота, $C^4H^6O^4$, находится въ янтарѣ, въ нѣкоторыхъ смолахъ, въ полыни, и въ небольшомъ количествѣ въ животныхъ организмахъ; она образуется при спиртовомъ броженіи сахара и при окисленіи масляной кислоты азотною кислотою:

$$C^4H^8O^2 + O^3 = H^2O + C^4H^6O^4.$$

Образованіе ея изъ синеродистаго этилена было уже указано выше. Она происходитъ изъ ціанопропіоновой кислоты, подобно тому какъ малоновая изъ ціаноуксусной. Янтарная кислота кристаллизуется безцвѣтными призмами; она плавится при 180°, а при 235° кипитъ, разлагаясь на *янтарный ангидридъ*, $C^4H^4O^3$, и воду. При нагрѣваніи съ пятихлористымъ фосфоромъ, она образуетъ *хлористый сукцинилъ*, $C^4H^4O^2Cl^2$, или хлорангидридъ янтарной кислоты, который представляетъ жидкость, на воздухѣ дымящуюся; съ водою онъ разлагается, образуя янтарную кислоту и соляную кислоту. Эѳиры янтарной кислоты сходны со щавелевыми эѳирами. Янтарноэтиловая кислота есть соединеніе весьма постоянное, которое перегоняется безъ разложенія. Янтарная кислота, при нагрѣваніи съ бромомъ, даетъ *однобромоянтарную* кислоту, $C^4H^5BrO^4$, и *двубромоянтарную* кислоту, $C^4H^4Br^2O^4$. Она образуетъ нѣсколько амидовъ; *сукцинамидъ*, $\left.\begin{matrix}C^4H^4O^2\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2$, происходитъ при дѣйствіи амміака на янтарноэтиловый эѳиръ; онъ представляетъ твердое, кристаллизующееся въ бѣлыхъ иглахъ тѣло, которое при нагрѣваніи распадается на амміакъ и *сукцинимидъ*, $\left.\begin{matrix}\overset{II}{C^4H^4O^2}\\H\end{matrix}\right\}N$; одинъ атомъ водорода въ этомъ соединеніи можетъ быть замѣщенъ серебромъ; если это серебряное соединеніе кипятить со слабымъ растворомъ амміака, то оно, присоединяя воду, превращается въ серебряную соль одноосновной *сукцинаминовой кислоты*, $\begin{matrix}\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}N\\\left.\begin{matrix}C^4H^4O^2\\H\end{matrix}\right\}O\end{matrix}$.

Высшіе члены этого ряда суть твердыя кристаллизующіяся соеди-

ненія, которыя происходятъ при окисленіи различныхъ жировъ азотною кислотою. *Пробковая* или *субериновая* кислота образуется при окисленіи бумаги или пробки кипяченіемъ ихъ съ азотною кислотою; себациновая кислота получается вмѣстѣ съ октиловымъ спиртомъ при нагрѣваніи касторовагo масла съ ѣдкимъ кали. *Роцелловая* кислота заключается въ лишаѣ, Rocella tinctoria, который служитъ для приготовленія лакмуса. Эти кислоты по своимъ химическимъ свойствамъ весьма сходны съ янтарною кислотою.

Весьма близко къ янтарной кислотѣ стоятъ двѣ другія, очень распространенныя въ растительномъ царствѣ: яблочная и виннокаменная кислоты.

Яблочная кислота, $C^4H^6O^5$. Эта кислота заключается въ сокѣ многихъ кислыхъ плодовъ; ее получаютъ изъ сока рябины или незрѣлыхъ яблокъ, разлагая сѣрнистымъ водородомъ осадокъ яблочносвинцовой соли, получаемый въ сокѣ отъ свинцоваго сахара.

Яблочная кислота образуетъ бѣлые игольчатые кристаллы; она весьма растворима въ водѣ и обладаетъ пріятно-кислымъ вкусомъ.

При кипяченіи воднаго раствора монобромоянтарной кислоты съ окисью серебра, происходитъ яблочная кислота, причемъ водяной остатокъ замѣщаетъ бромъ:

монобромоянтарная кислота — яблочная кислота

$$\left\{\begin{matrix} CO^2H \\ C^2H^3Br \\ CO^2H \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} Ag \\ H \end{matrix}\right\} O = \left\{\begin{matrix} CO^2H \\ C^2H^3OH \\ CO^2H \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} Br \\ Ag \end{matrix}\right\}$$

При нагрѣваніи яблочной кислоты съ іодистымъ водородомъ, она обратно возстановляется въ янтарную кислоту:

$$C^4H^5(OH)O^4 + 2HJ = C^4H^6O^4 + H^2O + J^2.$$

Слѣдовательно, яблочная кислота находится въ такомъ же отношеніи къ янтарной, какъ молочная кислота къ пропіоновой.

Яблочная кислота выдѣляетъ, при нагрѣваніи до 180°, частицу воды и превращается въ двѣ изомерныя кислоты, *фумаровую* и *малеиновую*, составъ которыхъ $C^4H^4O^4$. Фумаровая кислота встрѣчается также въ сокѣ нѣкоторыхъ растеній. При дѣйствіи амальгамы натрія и воды, обѣ кислоты переходятъ въ янтарную кислоту, присоединяя водородъ. Съ бромомъ онѣ также соединяются; фумаровая кислота даетъ при этомъ двубромоянтарную, а малеиновая изомерную изодвубромоянтарную кислоту.

Аспарагинъ, $\left.\begin{matrix} C^4H^4O^3 \\ H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} N^2 + H^2O$. Этотъ амидъ яблочной кислоты находится въ спаржѣ, въ алтейномъ корнѣ и во многихъ другихъ растеніяхъ; онъ образуетъ безцвѣтные кристаллы и обладаетъ прохлаждающимъ вкусомъ.

При пропусканіи въ растворъ аспарагина азотистой кислоты, азотъ выдѣляется и происходитъ яблочная кислота.

Винная кислота, $C^4H^6O^6$. Винная кислота весьма распространена въ природѣ и находится въ свободномъ состояніи и въ видѣ кислой каліевой соли (винный камень) въ виноградѣ и во многихъ другихъ кислыхъ плодахъ. Она получается изъ виннаго камня, $C^4H^5KO^6$, который растворяютъ въ горячей водѣ и прибавляютъ мѣла, вслѣдствіе чего половина винной кислоты осаждается въ видѣ нерастворимой винноизвестковой соли; кислая каліевая соль переходитъ при этомъ въ среднюю. Ее превращаютъ тоже въ винноизвестковую соль, прибавляя къ раствору ея хлористаго кальція; винноизвестковую соль разлагаютъ сѣрною кислотою. Винная кислота образуетъ большіе кристаллы одноклиномѣрной системы и легко растворяется въ водѣ; она плавится при 180°; нагрѣтая сильнѣе, теряетъ воду и распространяетъ запахъ жженаго сахара. Въ числѣ продуктовъ разложенія ея, находятся *пригорѣловинная кислота*, $C^5H^8O^4$, и *пригорѣловиноградная кислота*, $C^3H^4O^3$;

$$C^4H^6O^6 = C^3H^4O^3 + CO^2 + H^2O,$$
$$2C^3H^4O^3 = C^5H^8O^4 + CO^2.$$

Пригорѣловинная кислота относится къ щавелевому ряду; пригорѣловиноградная кислота есть соединеніе ненасыщенное, которое, соединяясь съ водою, образуетъ молочную кислоту. При дѣйствіи окисляющихъ веществъ, винная кислота даетъ двуокись углерода, муравьиную и уксусную кислоты; сплавленная съ ѣдкимъ кали, она распадается на кислоты уксусную и щавелевую. При нагрѣваніи ея съ іодистоводородною кислотою, впродолженіи нѣсколькихъ часовъ, она превращается сначала въ яблочную, а потомъ въ янтарную кислоту; наоборотъ, винная кислота получается изъ раствора двубромоянтарной, при кипяченіи ея съ окисью серебра; бромъ при этомъ замѣщается водянымъ остаткомъ:

двубромоянтарная кислота — винная кислота

$$\left\{\begin{matrix} CO^2H \\ C^2H^2Br^2 \\ CO^2H \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} Ag \\ Ag \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O = \left\{\begin{matrix} CO^2H \\ C^2H^2(HO)^2 \\ CO^2H \end{matrix}\right. + 2AgBr$$

Изъ солей винной кислоты замѣчательны: средняя виннокаліевая соль $\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\}C^4H^4O^6$; кислая виннокаліевая соль $\left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\}C^4H^4O^6$, трудно растворимая въ водѣ; калійнонатріевая соль винной кислоты или сегнетова соль, $\left.\begin{matrix}Na\\K\end{matrix}\right\}C^4H^4O^6 + 4H^2O$, которая получается при раствореніи виннаго камня въ растворѣ соды и кристаллизуется большими ромбическими призмами. При кипяченіи раствора виннаго камня съ триокисью сурьмы, атомъ водорода замѣщается одноатомною группою SbO, и происходитъ соль, $2\left(\left.\begin{matrix}SbO\\K\end{matrix}\right\}C^4H^4O^6\right) + H^2O$, кристаллизующаяся въ ромбическихъ октаэдрахъ и извѣстная подъ названіемъ *рвотнаго камня.*

Винная кислота встрѣчается въ нѣсколькихъ изомерныхъ видоизмѣненіяхъ, которыя различаются другъ отъ друга по своимъ оптическимъ свойствамъ. Обыкновенная винная кислота отклоняетъ плоскости поляризаціи вправо, и потому называется *правою* винною кислотою. Въ извѣстныхъ сортахъ виннаго камня вмѣстѣ съ этой кислотою попадается другая, ей изомерная, которая не дѣйствуетъ на поляризованный свѣтъ; она называется *виноградною кислотою.* При насыщеніи этой послѣдней кислоты на половину ѣдкимъ натромъ и на половину амміакомъ, получаются при кристаллизаціи двоякаго рода кристаллы одного и того же состава $\left.\begin{matrix}NH^4\\Na\end{matrix}\right\}C^4H^4O^6 + 4H^2O$, изоморфные съ сегнетовою солью. Они различаются другъ отъ друга тѣмъ, что въ однихъ развиты извѣстныя плоскости на правой, а въ другихъ на лѣвой сторонѣ, такъ что одни кристаллы представляютъ какъ бы зеркальное изображеніе другихъ. Если кристаллы одного рода механически отдѣлить отъ кристалловъ другаго рода, и приготовить отдѣльно изъ каждыхъ кислоту, то изъ однихъ получается правая винная кислота, а изъ другихъ кислота, совершенно съ нею сходная, но отклоняющая плоскость поляризаціи влѣво и потому названная *лѣвою винною кислотою.* Изъ смѣшанныхъ растворовъ правой и лѣвой кислотъ, кристаллизуется виноградная кислота, которая не дѣйствуетъ на плоскость поляризаціи; она, слѣдовательно, есть соединеніе обѣихъ кислотъ. Винная кислота, приготовленная изъ двубромоянтарной кислоты, тоже не дѣйствуетъ на плоскость поляризаціи, но ея нельзя, подобно виноградной кислотѣ, раздѣлить на два оптически дѣйствующія видоизмѣненія.

Лимонная кислота, $C^6H^8O^7$. Эта трехосновная кислота встрѣчается

въ сокѣ лимоновъ и другихъ кислыхъ плодовъ; она кристаллизуется большими, безцвѣтными, ромбическими призмами. Она плавится, при нагрѣваніи, и выдѣляя воду превращается въ трехосновную *аконитовую* кислоту, $C^6H^6O^6$, которая встрѣчается въ различныхъ растеніяхъ семействъ аконитовыхъ и хвощевыхъ. Аконитовая кислота, теряя двуокись углерода, легко переходитъ въ двуосновную кислоту, $C^5H^6O^4$, которой извѣстны три изомерныхъ видоизмѣненія: *итаконовая*, *цитраконовая* и *мезаконовая* кислоты; всѣ эти кислоты суть соединенія ненасыщенныя, и присоединяя водородъ легко переходятъ всѣ въ одну и ту же пригорѣловинную кислоту. Легко замѣтить причину различія этихъ трехъ кислотъ. Въ пригорѣловинной кислотѣ заключается углеродистый водородъ, C^3H^6, пропиленъ, соединенный съ двумя группами карбоксиля:

$$\left\{\begin{matrix}CO^2H\\C^3H^6\\CO^2H.\end{matrix}\right.$$

Оттого, что два атома водорода въ пропиленѣ выдѣляются *съ разныхъ мѣстъ*, и происходятъ три вышеупомянутыхъ изомерныхъ кислоты, отличающихся одна отъ другой температурой плавленія, растворимостью въ водѣ, и пр.

При соединеніи съ бромомъ, онѣ тоже даютъ три изомерныхъ кислоты; въ этомъ отношеніи онѣ, слѣдовательно, подобны фумаровой и малеиновой кислотамъ.

Какъ кислота трехосновная, лимонная кислота образуетъ три ряда солей и эѳировъ. Если въ ней одинъ атомъ водорода замѣщенъ спиртовымъ радикаломъ, то происходитъ двуосновная кислота, а если два атома, то одноосновная.

Лимонощелочныя соли растворимы въ водѣ; известковая соль въ холодной водѣ нѣсколько растворима, а въ кипящей не растворяется; поэтому, если растворъ лимонной кислоты насытить известковою водою, то на холоду жидкость остается прозрачною, а при кипяченіи мутится; при охлажденіи большая часть осадка снова растворяется. Лимонныя соли тяжелыхъ металловъ нерастворимы въ водѣ.

Синеродистыя соединенія.

Синеродъ, или ціанъ, CN, представляетъ одинъ изъ простѣйшихъ органическихъ радикаловъ; онъ легко превращается въ другіе ра-

дикалы и находится въ тѣсной связи съ карбоксилемъ; поэтому простѣйшія синеродистыя соединенія легко переходятъ въ муравьиную, угольную и щавелевую кислоты, составляющія низшіе члены трехъ рядовъ кислотъ, уже разсмотрѣнныхъ нами. Число синеродистыхъ соединеній весьма велико и умножается еще тѣмъ, что многія изъ нихъ существуютъ въ полимерныхъ видоизмѣненіяхъ, напр.:

жидкій хлористый синеродъ $CNCl$

твердый хлористый синеродъ $C^3N^3Cl^3$

ціановая кислота $\left.\begin{matrix}CN\\H\end{matrix}\right\}O$

ціануровая кислоты $\left.\begin{matrix}C^3N^3\\H^3\end{matrix}\right\}O^3$.

Объ образованіи синеродистыхъ соединеній было уже упомянуто въ неорганической части, гдѣ также были описаны нѣкоторыя изъ простыхъ синеродистыхъ соединеній.

Синеродный газъ или *диціанъ*, $\left\{\begin{matrix}CN\\CN\end{matrix}\right.$, получается при нагрѣваніи синеродистыхъ ртути, серебра, или золота, и въ небольшомъ количествѣ находится въ газахъ образующихся при выплавкѣ желѣза въ шахтенныхъ печахъ; кромѣ того онъ образуется при нагрѣваніи щавелевоамміачной соли и оксамида (см. стр. 296); водный растворъ диціана, присоединяя воду, переходитъ въ щавелевоамміачную соль, т. е. диціанъ превращается въ двукарбоксилъ.

Синеродный газъ безцвѣтенъ, обладаетъ запахомъ синильной кислоты и ядовитъ; онъ сгараетъ краснымъ пламенемъ, образуя двуокись углерода и азотъ. Калій сгараетъ въ немъ, превращаясь въ синеродистый калій; растворъ ѣдкаго кали поглощаетъ синеродный газъ, причемъ образуются синеродистый калій и ціановокаліевая соль.

Синеродистый водородъ или *синильная кислота*, HCN. Приготовленіе и свойство этой кислоты описаны выше.

Крѣпкая синильная кислота весьма непостоянна и легко разлагается. Въ водномъ растворѣ въ присутствіи щелочи она превращается въ муравьиную кислоту.

При дѣйствіи хлора или брома, синильная кислота даетъ хлористый или бромистый синеродъ. Можно доказать присутствіе весьма малыхъ количествъ синильной кислоты, превращая ее въ берлинскую лазурь. Къ испытуемой жидкости прибавляютъ немного смѣси желѣзной и желѣзистой соли (окислившійся на воздухѣ растворъ желѣзнаго купороса), затѣмъ не много ѣдкаго натра и, наконецъ, избытокъ

соляной кислоты. Въ присутствіи синильной кислоты, жидкость окрашивается въ синій цвѣтъ, и по прошествіи нѣкотораго времени, происходитъ синій осадокъ. Если выпарить осторожно до-суха слабую синильную кислоту, разбавивъ ее нѣсколькими каплями сѣрнистаго аммонія, и затѣмъ прилить на остатокъ нѣсколько капель двутреххлористаго желѣза, то жидкость принимаетъ кроваво-красный цвѣтъ.

Синеродистые металлы получаются при дѣйствіи синильной кислоты на ихъ окислы; извѣстно также большое число двойныхъ синеродистыхъ солей, заключающихъ два металла.

Синеродистый калій, KCN, происходитъ при нагрѣваніи калія въ синеродномъ газѣ, или въ парахъ синильной кислоты, или при дѣйствіи синильной кислоты на ѣдкое кали. Въ большихъ размѣрахъ эту соль приготовляютъ, сплавляя желтое синильное кали съ поташомъ, причемъ желѣзо замѣщается каліемъ. Синеродистый калій представляетъ бѣлую въ водѣ весьма растворимую соль, которая изоморфна съ хлористымъ каліемъ; при нагрѣваніи онъ плавится безъ измѣненія; сплавленный при доступѣ воздуха, онъ окисляется, превращаясь въ синеродный или ціановый калій. Онъ разлагается даже весьма слабыми кислотами, выдѣляя синильную кислоту. Углекислота, заключающаяся въ воздухѣ, также производитъ это разложеніе, почему онъ и пахнетъ постоянно синильной кислотой и такъ же ядовитъ, какъ она. Синеродистый калій употребляется въ фотографіи для растворенія неизмѣненнаго свѣтомъ хлористаго серебра. Въ серебряныхъ соляхъ онъ вначалѣ производитъ творожистый осадокъ синеродистаго серебра, который легко растворяется въ избыткѣ синеродистаго калія, образуя двойную соль синеродистаго калія и серебра, $KCN + AgCN$. Эту послѣднюю соль употребляютъ для гальваническаго серебренія, а соль, $KCN + AuCN$, для золоченія. Синеродистые натрій и аммоній представляютъ равнымъ образомъ весьма растворимыя и ядовитыя соли.

Синеродистая ртуть, $Hg\left\{\begin{matrix}CN\\CN\end{matrix}\right.$, кристаллизуется въ иглахъ и получается при раствореніи красной окиси ртути въ водной синильной кислотѣ. При нагрѣваніи она распадается на ртуть и синеродный газъ; при этомъ остается бурое вещество, содержащее углеродъ и азотъ въ такой же пропорціи, какъ и синеродъ; его называютъ *параціаномъ*.

Всѣ другія простыя синеродистыя соединенія тяжелыхъ металловъ нерастворимы въ водѣ; но они растворяются въ растворахъ синеродистыхъ щелочныхъ металловъ и, при выпариваніи, оставляютъ двой-

ныя синеродистыя соли. Для простоты, радикалъ CN, изображаютъ въ этихъ соляхъ знакомъ Су. Между этими солями весьма замѣчательны двойныя синеродистыя соли калія и желѣза; желѣзо въ нихъ относится другимъ образомъ, чѣмъ въ обыкновенныхъ желѣзныхъ соляхъ; оно не осаждается изъ нихъ ни амміакомъ, ни сѣрнистымъ аммоніемъ и пр. Подобныя же соединенія образуютъ кобальтъ и нѣкоторые металлы. Въ нихъ принимаютъ существованіе радикаловъ, заключающихъ металлъ.

Желѣзистосинеродистый калій, K^4FeCy^6, или *желтое синильное кали*, приготовляется фабричнымъ образомъ, прокаливая смѣсь остатковъ животнаго происхожденія, какъ напр. волосъ, кожи, копытъ, высушенной крови съ ѣдкимъ кали и обрѣзками желѣза. Сплавленная масса выщелачивается водою и растворъ выпаривается до кристаллизаціи. Желтое синильное кали образуетъ большіе желтые кристаллы квадратной системы, заключающіе 3 частицы воды; оно не ядовито и дѣйствуетъ, принятое въ бóльшемъ количествѣ, какъ слабое слабительное средство. Нагрѣтое до каленія, оно распадается на азотъ, синеродистый калій и углеродистое желѣзо. При нагрѣваніи съ слабою сѣрною кислотою, оно выдѣляетъ синильную кислоту; крѣпкая горячая сѣрная кислота разлагаетъ его, выдѣляя окись углерода:

$$K^4FeC^6N^6 + 6H^2O + 6H^2SO^4 = FeSO^4 + 2K^2SO^4 + 3(NH^4)^2SO^4 + 6CO.$$

Растворъ желтаго синильнаго кали производитъ въ растворѣ солей окиси желѣза темно-синій осадокъ *берлинской лазури*, $Fe^4\left\{\begin{matrix}FeCy^6\\FeCy^6\\FeCy^6\end{matrix}\right.$; въ соляхъ закиси желѣза происходитъ бѣлый осадокъ, быстро синѣющій на воздухѣ. Въ мѣдныхъ соляхъ желтое синильное кали производитъ красно-бурый осадокъ желѣзистосинеродистой мѣди, Cu^2FeCy^6.

Синеродистожелѣзистый водородъ или *желѣзистосинеродистая кислота*, H^4FeCy^6, получается въ видѣ бѣлаго осадка, быстро синѣющаго на воздухѣ, при прибавленіи соляной кислоты къ сгущенному раствору желтаго синильнаго кали. Изъ спиртоваго раствора она можетъ быть получена въ большихъ кристаллахъ. Она четырехосновна и представляетъ сильную кислоту, разлагающую углекислыя и уксусныя соли.

Желѣзосинеродистый калій, или *красное синильное кали*, K^3FeCy^6, образуется при пропусканіи хлора чрезъ растворъ желтаго синильнаго кали, до тѣхъ поръ пока жидкость не перестанетъ давать голубой осадокъ съ солями окиси желѣза; эта соль отдѣляется кристаллизаціей отъ

временно съ нею образующагося хлористаго калія. Красное синильное кали образуетъ большіе призматическіе кристаллы, окрашенные въ темно-красный цвѣтъ. При дѣйствіи амальгамы калія на его водный растворъ, оно переходитъ обратно въ желтое синильное кали. Красное синильное кали въ растворахъ солей окиси желѣза не производитъ осадка, но даетъ съ ними темно-бурое окрашиваніе; въ растворахъ же солей закиси желѣза оно производитъ синій осадокъ. Онъ употребляется подобно берлинской лазури, какъ краска, которая называется *турнбулловою синью*; составъ ея: $Fe^3\left\{\begin{matrix}FeCy^6\\FeCy^6\end{matrix}\right.$.

Желѣзосинеродистый водородъ, H^3FeCy^6, образуетъ бурые расплывающіеся кристаллы.

При дѣйствіи азотной, или азотистой кислотъ на желтое или красное синильное кали, происходитъ рядъ соединеній, называемыхъ *нитросинильными* соединеніями. *Нитросинеродистожелѣзный натрій*, Na^2FeCy^5NO, представляетъ ромбическіе кристаллы рубиново-краснаго цвѣта. Съ растворимыми сѣрнистыми металлами, онъ подобно всѣмъ растворимымъ нитросинильнымъ соединеніямъ, даетъ пурпуровое окрашиваніе, которое впрочемъ скоро исчезаетъ. Это его свойство даетъ возможность открывать малѣйшія примѣси растворимыхъ сѣрнистыхъ металловъ.

При пропусканіи хлора въ растворъ синеродистой ртути или въ безводную синильную кислоту, образуется *жидкій хлористый синеродъ*, ClCN, который представляетъ безцвѣтную весьма летучую жидкость, въ чистомъ видѣ неизмѣняющуюся, въ нечистомъ же быстро переходящую въ *твердый хлористый ціанъ*, $Cl^3C^3N^3$. Послѣднее соединеніе происходитъ также при дѣйствіи пятихлористаго фосфора на ціануровую кислоту.

Ціановая или *синеродная кислота*, $\left.\begin{matrix}Cy\\H\end{matrix}\right\}O$; соли ея происходятъ весьма легко при окисленіи синеродистыхъ металловъ. Изъ солей ее нельзя получить дѣйствіемъ болѣе сильныхъ кислотъ, потому что въ моментъ выдѣленія она или разлагается при дѣйствіи воды на амміакъ и двуокись углерода, или переходитъ въ полимерныя видоизмѣненія.

Одно изъ этихъ видоизмѣненій, *ціануровая кислота*, $\left.\begin{matrix}Cy^3\\H^3\end{matrix}\right\}O^3$, которое происходитъ при дѣйствіи воды на твердый хлористый ціанъ, распадается при нагрѣваніи на три частицы ціановой кислоты, пары

которой можно сгустить охлажденіемъ. Ціановая кислота представляетъ безцвѣтную жидкость съ проницательнымъ запахомъ; она весьма непостоянна, и по вынутіи изъ охлаждающей смѣси превращается въ полимерное видоизмѣненіе, *ціаммелидъ*, бѣлую, фарфороподобную массу. Ціановая кислота растворяется въ водѣ, образуя кислую жидкость; въ растворѣ она, впрочемъ, вскорѣ распадается на двуокись углерода и карбамидъ:

$$2\left.\begin{matrix}CN\\H\end{matrix}\right\}O + H^2O = CO^2 + \left.\begin{matrix}CO\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2.$$

Между ціановыми солями главное мѣсто занимаетъ *ціановоамміачная соль*; она происходитъ при дѣйствіи паровъ ціановой кислоты на сухой амміакъ. Она представляетъ твердое, бѣлое тѣло, превращающееся при нагрѣваніи въ карбамидъ или *мочевину*; растворъ ціановоамміачной соли въ водѣ измѣняется подобнымъ же образомъ, при обыкновенной температурѣ медленно, а при кипяченіи быстро.

Сѣрноціановая кислота, $\left.\begin{matrix}Cy\\H\end{matrix}\right\}S$, находится въ такомъ же отношеніи къ ціановой, какъ сѣрнистый водородъ къ водѣ. Калійная соль этой кислоты получается при сплавленіи сѣры съ желѣзистосинеродистымъ каліемъ. Сплавленную массу обработываютъ спиртомъ; изъ спиртоваго раствора сѣрноціановый калій кристаллизуется въ прозрачныхъ призмахъ; болѣе сильныя кислоты выдѣляютъ изъ него сѣрноціановую кислоту, въ видѣ жидкости обладающей острымъ, наподобіе уксусной кислоты, запахомъ. При дѣйствіи раствора сѣрноціановой соли на растворъ соли окиси желѣза, происходитъ кровавое темно-красное окрашиваніе, вслѣдствіе образованія сѣрноціановожелѣзной соли.

Ртутная соль, $\left.\begin{matrix}Cy^2\\Hg\end{matrix}\right\}S^2$, представляетъ бѣлый нерастворимый порошокъ, сгарающій при нагрѣваніи, сильно вспучиваясь, и оставляя весьма объемистый остатокъ.

Ціанамидъ, $\left.\begin{matrix}Cy\\H\\H\end{matrix}\right\}N$, получается при дѣйствіи амміака на хлористый ціанъ; это есть твердое кристаллическое тѣло, превращающееся при нагрѣваніи въ полимерный *ціануровый амидъ*, $\left.\begin{matrix}Cy^3\\H^3\\H^3\end{matrix}\right\}N^3$.

Въ водномъ растворѣ онъ легко переходитъ въ мочевину:

$$\left.\begin{matrix}CN\\H\\H\end{matrix}\right\}N + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}CO\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2.$$

Мочевина или *карбамидъ*, $\left.\begin{matrix}CO^2\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2$, находится въ мочѣ млекопитающихъ, птицъ и пресмыкающихся; въ небольшомъ количествѣ также въ крови и въ нѣкоторыхъ жидкостяхъ животнаго организма. Это соединеніе добывается искусственно различными путями:

1) Нагрѣваніемъ ціановоамміачной соли:

$$\left.\begin{matrix}CN\\NH^4\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}CO\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2.$$

2) При дѣйствіи амміака на углеэтиловый эѳиръ:

$$\left.\begin{matrix}CO\\(C^2H^5)^2\end{matrix}\right\}O^2 + \left.\begin{matrix}H^2\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2 = \left.\begin{matrix}CO\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2 + 2\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O.$$

3) При дѣйствіи амміака на хлорокись углерода:

$$\left.\begin{matrix}CO\\Cl^2\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}H^2\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2 = \left.\begin{matrix}CO\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2 + 2HCl.$$

Для приготовленія мочевины, выпариваютъ мочу до́-суха и изъ остатка извлекаютъ мочевину спиртомъ. Удобнѣе, впрочемъ, искусственный способъ ея полученія изъ ціановоамміачной соли. Для этого смѣшиваютъ сухое желтое синильное кали съ перекисью марганца и нагрѣваютъ смѣсь на желѣзной сковородѣ; при этомъ образуется ціановоамміачная соль, которую и извлекаютъ изъ сплавленной массы водою; къ раствору прибавляютъ сѣрноамміачной соли, выпариваютъ до́-суха и изъ остатка извлекаютъ мочевину спиртомъ. Мочевина образуетъ длинные, полосатые, игольчатые кристаллы, которые растворяются въ равномъ имъ по вѣсу количествѣ холодной воды или горячаго спирта; вкусъ ея прохлаждающій, какъ у селитры. Она соединяется съ кислотами, какъ всѣ сложные амміаки; между ея солями особенно характерна азотная соль, которую получаютъ въ видѣ кристаллическаго осадка, при прибавленіи азотной кислоты къ довольно крѣпкому раствору мочевины; щавелевая мочевина также мало растворима въ холодной водѣ. Мочевина соединяется также и съ окисями; соединеніе ея съ окисью ртути нерастворимо въ водѣ и служитъ для количественнаго опредѣленія мочевины въ мочѣ. При на-

грѣваніи мочевины съ водою въ запаянныхъ трубкахъ до 100°, образуется углеамміачная соль; эта реакція, а также и реакція образованія мочевины изъ хлорокиси углерода и амміака показываетъ, что мочевина есть амидъ углекислоты. При нагрѣваніи безъ воды, мочевина превращается въ ціануровую кислоту. Азотистая кислота быстро разлагаетъ мочевину:

$$\left.\begin{matrix}CO\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2 + 2HNO^3 = CO^2 + 3N^2O + 2N^2.$$

Въ организмахъ мочевина образуется вслѣдствіе окисленія азотистыхъ составныхъ частей тѣла и выдѣляющееся количество ея есть точная мѣра обмѣна веществъ, совершающагося въ азотистыхъ тканяхъ тѣла.

Сложныя мочевины.

Если дѣйствовать на ціановую кислоту не амміакомъ, а аминомъ, то получается мочевина, въ которой часть водорода замѣщена спиртовыми радикалами, напр., двуэтиловая мочевина, $\left.\begin{matrix}CO\\(C^2H^5)^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2$; водородъ въ мочевинѣ можетъ также замѣщаться и кислотными радикалами, примѣромъ можетъ служить ацетиловая мочевина, $\left.\begin{matrix}CO\\C^2H^3O\\H^3\end{matrix}\right\}N^2$.

Мочевая кислота, $C^2H^4N^4O^3$, находится въ небольшомъ количествѣ въ мочѣ млекопитающихъ; въ бóльшемъ количествѣ она встрѣчается въ мочевыхъ камняхъ и въ изверженіяхъ птицъ и змѣй. Лучшій матеріалъ для ея приготовленія представляетъ гуано, которое кипятятъ съ ѣдкимъ натромъ и изъ полученнаго раствора осаждаютъ мочевую кислоту соляною кислотою. Мочевая кислота представляетъ бѣлый кристаллическій порошокъ, который весьма мало растворимъ въ водѣ. Она двуосновна, соли ея трудно растворимы. Соль литія принадлежитъ къ наиболѣе растворимымъ. При дѣйствіи окисляющихъ веществъ, мочевая кислота даетъ цѣлый рядъ интересныхъ продуктовъ, состоящихъ, по большей части, изъ сложныхъ мочевинъ. При дѣйствіи холодной азотной кислоты мочевая кислота распадается на мочевину и аллоксанъ, который представляетъ мочевину, содержащую радикалъ мезоксалевой кислоты, $\left.\begin{matrix}C^3O^3\\H^2\end{matrix}\right\}O^2$:

$$C^5H^4N^4O^3 + H^2O + O = \left.\begin{matrix}CO\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2 + \left.\begin{matrix}CO\\C^3O^3\\H^2\end{matrix}\right\}N^2.$$

При дальнѣйшемъ окисленіи, аллоксанъ распадается на двуокись углерода и *оксалилъ мочевину* или *парабановую кислоту*:

$$\left.\begin{matrix}CO\\C^3O^3\\H^2\end{matrix}\right\}N^2 + O = \left.\begin{matrix}CO\\C^2O^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2 + CO^2.$$

При осторожномъ выпариваніи до-суха смѣси мочевой кислоты съ азотною, получается красноватый остатокъ, который, при смачиваніи амміакомъ, принимаетъ красивый пурпурный цвѣтъ. Это соединеніе есть амміачная соль пурпуровой кислоты, и подъ названіемъ *мурексида* приготовляется, какъ краска, въ большихъ размѣрахъ. Мурексидъ образуетъ зеленые кристаллы съ металлическимъ блескомъ; составъ ихъ $C^8H^4(NH^4)N^5O^6$; съ водою они даютъ растворъ прекраснаго пурпуроваго цвѣта, который измѣняется въ голубой, при прибавленіи къ раствору ѣдкаго кали.

Креатинъ, $C^4H^9N^3O^2 + H^2O$, заключается въ небольшомъ количествѣ въ мускулахъ и мозгѣ, и происходитъ, подобно мочевинѣ и мочевой кислотѣ, вслѣдствіе окисленія азотистыхъ тканей. Онъ довольно растворимъ въ водѣ и образуетъ безцвѣтные кристаллы; креатинъ соединяется съ кислотами. При кипяченіи съ баритовою водою, онъ распадается на мочевину и саркозинъ:

$$C^4H^9N^3O^2 + H^2O = CH^4N^2O + C^3H^7NO^2.$$

Саркозинъ можетъ быть приготовленъ искусственно, при дѣйствіи метиламина на монохлороуксусную кислоту; поэтому онъ представляетъ гликоколь, въ которомъ 1 атомъ водорода замѣщенъ метиломъ.

$$\left\{\begin{matrix}CH^2Cl\\CO^2H\end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix}CH^3\\H\\H\end{matrix}\right\}N = \left.\begin{matrix}CH^3\\H\\\left\{\begin{matrix}CH^2\\CO^2H\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}N + HCl.$$

Креатининъ, $C^4H^7N^3O$, представляетъ сильное основаніе и происходитъ изъ креатина при выдѣленіи изъ него воды; онъ заключается вмѣстѣ съ креатиномъ въ мясѣ и мочѣ. Креатининъ кристаллизуется безцвѣтными призмами, и довольно легко растворяется въ водѣ; растворъ имѣетъ сильно щелочную реакцію. Онъ соединяется съ кислотами, образуя кристаллическія соли.

Соединенія трехатомныхъ радикаловъ C^nH^{2n-3}.

Изъ принадлежащихъ сюда спиртовъ, до сихъ поръ хорошо изу-

ченъ только глицеринъ, $C^3H^5\left\{\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix}\right.$; уже формула этого соединенія показываетъ, что число его производныхъ должно быть гораздо болѣе числа производныхъ спиртовъ, предъидущихъ классовъ. Отношеніе между одно-дву-и трехатомными спиртами весьма просто, какъ это показываетъ слѣдующее сопоставленіе:

Водородистый пропилъ.	Пропиловый спиртъ.	Пропиленовый гликоль.	Пропиловый глицеринъ.
C^3H^8	C^3H^7OH	$C^3H^6\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.$	$C^3H^5\left\{\begin{matrix}OH\\OH\\OH.\end{matrix}\right.$

Метиловый и этиловый глицеринъ до сихъ поръ не получены.

Глицеринъ, $C^3H^5\left\{\begin{matrix}OH\\OH.\\OH\end{matrix}\right.$ Весьма многіе жиры и масла состоятъ изъ смѣси различныхъ эѳировъ этого спирта. Главная составная часть бараньяго сала, *стеаринъ*, представляетъ глицериновый эѳиръ стеариновой кислоты, т. е. продуктъ замѣщенія водорода трехъ водяныхъ остатковъ глицерина радикалами стеариновой кислоты. Въ небольшомъ количествѣ глицеринъ образуется при спиртовомъ броженіи, и поэтому находится также въ винѣ. Глицеринъ получается въ видѣ побочнаго продукта при обмыливаніи жировъ. Изъ жировъ, при кипяченіи ихъ съ ѣдкимъ кали или натромъ, происходитъ глицеринъ и щелочная соль жирной кислоты или *мыло*, точно также какъ изъ уксусноэтиловаго эѳира, при дѣйствіи щелочей происходитъ спиртъ и уксуснощелочная соль. Образующееся мыло отдѣляютъ отъ воднаго раствора глицерина, прибавляя поваренной соли, такъ какъ мыло нерастворимо въ растворѣ соли. Въ болѣе чистомъ видѣ глицеринъ приготовляютъ изъ оливковаго масла и другихъ жировъ, кипятя ихъ съ окисью свинца и водою; образуется нерастворимое свинцовое мыло и растворъ глицерина, въ который, для выдѣленія всего свинца, пропускаютъ сѣрнистый водородъ; водный растворъ глицерина сгущаютъ выпариваніемъ. Другой способъ выдѣленія глицерина изъ жировъ состоитъ въ обработкѣ ихъ перегрѣтымъ водянымъ паромъ; этотъ способъ, употребляемый для добыванія чистой стеариновой кислоты, даетъ также весьма чистый глицеринъ. При этомъ способѣ жиръ реагируетъ съ водою, распадаясь на глицеринъ и кислоту.

$$\left.\begin{matrix}C^3H^5\\(C^{18}H^{35}O)^3\end{matrix}\right\}O^3 + 3H^2O = \left.\begin{matrix}C^3H^5\\H^3\end{matrix}\right\}O^3 + 3\left.\begin{matrix}C^{18}H^{35}O\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Чистый глицеринъ представляетъ густую безцвѣтную жидкость, съ удѣльнымъ вѣсомъ 1,28; онъ обладаетъ пріятнымъ сладкимъ вкусомъ и легко растворяется въ водѣ и спиртѣ. Его можно перегонять съ водяными парами и въ разрѣженномъ пространствѣ; но нагрѣтый подъ обыкновеннымъ давленіемъ, онъ разлагается, распространяя проницательный запахъ. При нагрѣваніи съ избыткомъ іодистоводородной кислоты, глицеринъ превращается въ іодистый изопропилъ:

$$\left\{\begin{matrix}CH^2OH\\CH\;OH\\CH^2OH\end{matrix}\right. + 5\left.\begin{matrix}H\\J\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}CH^3\\CHJ\\CH^3\end{matrix}\right. + 3\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + 2J^2.$$

Азотноглицериновый эѳиръ или *тринитроглицеринъ*, $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\(NO^2)^3\end{matrix}\right\}O^3$, получается при дѣйствіи охлажденной крѣпкой азотной кислоты на глицеринъ. Онъ образуетъ масло блѣдно-желтаго цвѣта, которое при нагрѣваніи или отъ удара весьма сильно взрываетъ; въ послѣднее время его стали приготовлять въ большихъ размѣрахъ для взрывовъ; оно извѣстно подъ названіемъ взрывчатаго масла Нобеля.

Хлоргидрины. Глицеринъ образуетъ три хлорангидрида, называемыхъ хлоргидринами; они получаются при нагрѣваніи глицерина съ соляною кислотою или при дѣйствіи на него пятихлористаго фосфора:

Глицеринъ.	Хлоргидринъ.	Двухлоргидринъ.	Трихлоргидринъ.
$C^3H^5\left\{\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix}\right.$	$C^3H^5\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\\OH\end{matrix}\right.$	$C^3H^5\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\OH\end{matrix}\right.$	$C^3H^5\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl.\end{matrix}\right.$

Фосфорноглицериновая кислота, $\left.\begin{matrix}H^2\\C^3H^5\end{matrix}\right\}O^3 \; \left.\begin{matrix}PO\\H^2\end{matrix}\right\}O^2$; эта двуосновная эѳирная кислота происходитъ при смѣшеніи глицерина съ пятиокисью фосфора; свободная кислота извѣстна только въ водномъ растворѣ; соли ея постоянны и хорошо кристаллизуются. Фосфорноглицериновая кислота заключается въ яичномъ желткѣ.

Глицериновые эѳиры жирныхъ кислотъ. При дѣйствіи крѣпкой уксусной кислоты на глицеринъ, получается три эѳира:

Моноацетинъ $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\H^2\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}O^3$

Двуацетинъ $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\H\\(C^2H^3O)^2\end{matrix}\right\}O^3$

Тріацетинъ $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\(C^2H^3O)^3\end{matrix}\right\}O^3.$

Они представляютъ густыя маслообразныя жидкости, улетучивающіяся при нагрѣваніи безъ измѣненія; масло сѣмянъ берескледа (Evonimus europaeus) содержитъ триацетинъ.

Животные и растительные жиры состоятъ по большей части изъ глицериновыхъ эѳировъ пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислотъ; въ этихъ эѳирахъ три атома водорода глицерина замѣщены кислотными радикалами. При нагрѣваніи этихъ кислотъ съ глицериномъ, получаются эѳиры, соотвѣтствующіе ацетинамъ, напр:

$$\text{Моностеаринъ} \left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ (C^{18}H^{35}O)H^2 \end{matrix}\right\} O^3$$

$$\text{Двустеаринъ} \left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ (C^{18}H^{35}O)^2H \end{matrix}\right\} O^3$$

$$\text{Тристеаринъ} \left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ (C^{18}H^{35}O)^3 \end{matrix}\right\} O^3.$$

Тристеаринъ образуетъ главную составную часть бычачьяго и бараньяго сала. Если это сало обработать нѣсколько разъ эѳиромъ, а затѣмъ изъ оставшейся массы сильнымъ отжиманіемъ удалить болѣе легкоплавкіе жиры, какъ напримѣръ трипальмитинъ, то въ остаткѣ получится тристеаринъ. Онъ кристаллизуется бѣлыми блестящими пластинками, нерастворимъ въ водѣ и весьма мало растворимъ въ холодномъ спиртѣ и эѳирѣ. Въ горячемъ эѳирѣ онъ легко растворяется.

Глицериноспиртовые эѳиры. Этиловые эѳиры глицерина получаются при дѣйствіи этилата калія на хлоргидрины въ видѣ безцвѣтныхъ жидкостей:

$$\text{Этилинъ} \left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ (C^2H^5)H^2 \end{matrix}\right\} O^3$$

$$\text{Двуэтилинъ} \left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ (C^2H^5)^2H \end{matrix}\right\} O^3$$

$$\text{Триэтилинъ} \left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ (C^2H^5)^3 \end{matrix}\right\} O^3.$$

Естественные жиры и масла. Жиры растительнаго и животнаго происхожденія суть глицериновые эѳиры жирныхъ кислотъ. Твердые жиры содержатъ главнымъ образомъ пальмитиновую и стеариновую кислоты; жидкіе, кромѣ того, олеиновую кислоту, $C^{18}H^{34}O^2$, заключающую двумя атомами водорода менѣе, чѣмъ стеариновая кислота. Чистые жиры не имѣютъ ни цвѣта, ни вкуса, ни запаха и не дѣйствуютъ на лакмусъ. Подверженные дѣйствію воздуха, особенно въ нечистомъ видѣ, они горькнутъ; при этомъ они разлагаются, потому что получаютъ кислую реакцію и запахъ летучихъ жирныхъ кислотъ.

Жиры не летучи; при нагрѣваніи они разлагаются, распространяя

непріятный запахъ акролеина. Такъ называемыя высыхающія масла (льняное масло) притягиваютъ изъ воздуха кислородъ и твердѣютъ; въ нихъ заключаются кислоты, не принадлежащія къ ряду жирныхъ, какъ напримѣръ, льняная кислота, $C^{16}H^{28}O^2$.

Глицериновая кислота, $C^3H^6O^4$. Эта одноосновная кислота получается изъ глицерина при окисленіи его слабою азотною кислотою, причемъ 2 атома водорода въ глицеринѣ замѣщаются однимъ атомомъ кислорода; она образуетъ густую кислую жидкость; при нагрѣваніи она выдѣляетъ воду и превращается въ пригорѣловиноградную кислоту, которая, соединяясь съ водородомъ, образуетъ молочную кислоту,

$$C^3H^6O^4 - H^2O = C^3H^4O^3 + H^2 = C^3H^6O^3.$$

При дѣйствіи іодистаго водорода на глицериновую кислоту, происходитъ іодопропіоновая кислота, подобно тому какъ при дѣйствіи іодистаго водорода на глицеринъ происходитъ іодистый изопропилъ:

$$\left\{\begin{matrix} C^2H^3(OH)^2 \\ CO^2H \end{matrix}\right. + 3HJ = \left\{\begin{matrix} C^2H^4J \\ CO^2H \end{matrix}\right. + 2H^2O + J^2.$$

Соединенія одноатомныхъ радикаловъ H^nC^{2n-3}.

Трехатомные радикалы могутъ входить въ соединенія и въ качествѣ одноатомныхъ радикаловъ и тогда они образуютъ соединенія непредѣльныя, которыя способны прямо соединяться съ водородомъ или бромомъ. Лучше всѣхъ изъ нихъ изучены заключающія радикалъ C^3H^5, тотъ самый, который заключается и въ глицериновыхъ соединеніяхъ; одноатомный радикалъ C^3H^5 называютъ *аллиломъ*. Аллиловыя соединенія весьма сходны съ этиловыми.

Аллиловыя соединенія.

При нагрѣваніи глицерина съ іодистымъ фосфоромъ, P^2J^4, происходитъ весьма сильная реакція: образуется іодистый аллилъ, C^3H^5J, который и отгоняется:

$$2C^3H^8O^3 + P^2J^4 = 2C^3H^5J + 2H^3PO^3 + J^2.$$

Іодистый аллилъ представляетъ безцвѣтную тяжелую жидкость, съ запахомъ горчицы; при дѣйствіи на него различныхъ серебряныхъ солей, получаются его кислотные эѳиры, изъ которыхъ можетъ быть выдѣленъ и самый аллиловый спиртъ.

Аллиловый спиртъ, $\left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O$, получается при дѣйствіи сухаго аммiака на щавелевоаллиловый эѳиръ, причемъ образуется оксамидъ:

$$\left.\begin{matrix} C^2O^2 \\ (C^3H^5)^2 \end{matrix}\right\} O^2 + 2NH^3 = \left.\begin{matrix} C^2O^2 \\ H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} N^2 + 2\left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O.$$

Аллиловый спиртъ представляетъ жидкость проницательнаго запаха. Натрій растворяется въ немъ съ отдѣленіемъ водорода, образуя аллилатъ натрія, $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\Na\end{matrix}\right\}O$, который при дѣйствіи іодистаго этила образуетъ смѣшанный аллилоэтиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$.

Сѣрнистый аллилъ, $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\C^3H^5\end{matrix}\right\}S$, образуетъ главную составную часть чесночнаго масла, получаемаго при перегонкѣ лука и чеснока съ водою. Это соединеніе можно приготовить искусственно, дѣйствуя спиртовымъ растворомъ сѣрнистаго калія на іодистый аллилъ. Сѣрнистый аллилъ кипитъ при 140°.

Сѣрноціановый аллилъ, $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\Cy\end{matrix}\right\}S$, образуетъ главную составную часть горчичнаго масла и можетъ быть приготовленъ искусственно при дѣйствіи іодистаго аллила на ціановосеребряную соль; онъ кипитъ при 148°, обладаетъ острымъ запахомъ, вызывающимъ слезы, и производитъ на кожѣ пузыри.

Синеродистый аллилъ, $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\Cy\end{matrix}\right\} = C^4H^5N$, заключается въ горчичномъ маслѣ въ небольшомъ количествѣ; онъ получается при дѣйствіи іодистаго аллила на синеродистое серебро. При нагрѣваніи съ ѣдкимъ кали, онъ образуетъ кротоновую кислоту:

$$C^4H^5N + 2H^2O = C^4H^6O^2 + NH^3.$$

Акролеинъ, C^3H^4O, есть алдегидъ аллиловаго спирта и происходитъ изъ него при окисленіи; это же соединеніе получается изъ глицерина при выдѣленіи изъ него воды:

$$C^3H^8O^3 - 2H^2O = C^3H^4O.$$

Акролеину принадлежитъ тотъ сильный, вызывающій слезы запахъ, который распространяется при нагрѣваніи жировъ и глицерина.

Акролеинъ представляетъ безцвѣтную жидкость, кипящую при 52°,4; пары его сильно дѣйствуютъ на глаза и слизистую оболочку носа. При дѣйствіи амальгамы натрія на его водный растворъ, онъ соединяется съ водородомъ, образуя изопропиловый спиртъ. Окисляющія вещества быстро превращаютъ его въ акрилевую кислоту, $\left.\begin{matrix}C^3H^3O\\H\end{matrix}\right\}O$, которая весьма сходна съ уксусною. Акрилевая кислота легко соединяется съ водородомъ и даетъ пропіоновую кислоту.

Акрилевая кислота представляетъ первый членъ особаго ряда

одноосновныхъ кислотъ; спирты соотвѣтствующіе имъ не получены, за исключеніемъ аллиловаго спирта; болѣе изучены до сихъ поръ слѣдующія кислоты этого ряда:

Акрилевая	кислота . .	$C^3H^4O^2$
Кротоновая	» . .	$C^4H^6O^2$
Ангеликовая	» . .	$C^5H^8O^2$
Пригорѣлотеребиновая	» . .	$C^6H^{10}O^2$
Гипогэевая	» . .	$C^{16}H^{30}O^2$
Олеиновая	» . .	$C^{18}H^{34}O^2$
Эруковая	» . .	$C^{22}H^{40}O^2$.

Эти кислоты отличаются отъ жирныхъ кислотъ тѣмъ, что содержатъ двумя атомами водорода менѣе.

Кротоновая кислота находится въ кротоновомъ маслѣ, а ангеликовая въ корняхъ растеній рода Angelica. Масло цвѣтовъ римской ромашки содержитъ ангеликовый алдегидъ, C^5H^8O. Олеиновая кислота находится, какъ выше было показано, во многихъ жидкихъ жирахъ, именно: въ миндальномъ маслѣ, въ оливковомъ маслѣ и въ свиномъ жирѣ; при дѣйствіи азотистой кислоты, олеиновая кислота измѣняется въ изомерную ей твердую кислоту, названную *элайдиновою*. Эруковая кислота содержится съ свекловичномъ маслѣ.

Съ этими кислотами сходны: *льняная кислота*, $C^{16}H^{28}O^2$, заключающаяся въ высыхающихъ маслахъ (льняное масло, маковое масло), и *рициноолеиновая кислота*, $C^{18}H^{34}O^3$, которая содержится въ касторовомъ маслѣ. При нагрѣваніи ея съ ѣдкимъ натромъ, она распадается на себациновую кислоту и октиловый спиртъ:

$$C^{18}H^{34}O^3 + 2H^2O = C^{10}H^{18}O^4 + C^8H^{18}O + H^2.$$

Углеродистые водороды ацетиленоваго ряда.

		Температура кипѣнія.
Ацетиленъ	C^2H^2	—
Аллиленъ	C^3H^4	—
Кротониленъ	C^4H^6	18°
Валериленъ.	C^5H^8	45°
Гексоиленъ.	C^6H^{10}	80°
Энантилиденъ.	C^7H^{12}	107°
Каприлиденъ	C^8H^{14}	133°
Рутиленъ	$C^{10}H^{18}$	150°
Бениленъ	$C^{15}H^{28}$	225°.

Эти углеродистые водороды также относятся къ только что разсмотрѣннымъ соединеніямъ, какъ углеродистые водороды этиленоваго ряда къ обыкновеннымъ спиртамъ. Въ нихъ четыре единицы сродства углерода свободны; поэтому они прямо соединяются съ элементами группы хлора и при томъ такимъ образомъ, что вначалѣ даютъ соединеніе съ двумя атомами, образуя двуатомныя, хлороили бромопроизводныя, а затѣмъ соединяются еще съ двумя атомами, и переходятъ въ насыщенныя соединенія, напр.:

валериленъ, двубромистый валериленъ

$$C^5H^8 + Br^2 = C^5H^8Br^2$$

двубромистый валериленъ, четырехбромистый валериленъ.

$$C^5H^8Br^2 + Br^2 = C^5H^8Br^4.$$

Эти углеродистые водороды происходятъ простою реакціею изъ углеродистыхъ водородовъ этиленоваго ряда. При дѣйствіи крѣпкаго спиртоваго раствора ѣдкаго кали на соединенія углеродистыхъ водородовъ этиленоваго ряда съ бромомъ или іодомъ, выдѣляется бромистый или іодистый водородъ и получаются углеродистые водороды ряда ацетилена, напр.:

бромистый этиленъ, ацетиленъ

$$C^2H^4Br^2 + 2KHO = C^2H^2 + 2KBr + 2H^2O.$$

Ацетиленъ, C^2H^2, представляетъ единственное соединеніе углерода съ водородомъ, получаемое прямымъ соединеніемъ обоихъ элементовъ (стр. 67). Ацетиленъ всегда образуется при неполномъ сгараніи углеродъ и водородъ содержащихъ тѣлъ; онъ получается также при пропусканіи паровъ спирта или эѳира чрезъ накаленную трубку; въ небольшомъ количествѣ онъ заключается въ свѣтильномъ газѣ; объ образованіи его изъ этилена было сказано выше.

Ацетиленъ представляетъ безцвѣтный газъ, съ особеннымъ проницательнымъ запахомъ; онъ горитъ сильно свѣтящимъ и коптящимъ пламенемъ. Между соединеніями ацетилена, особенно замѣчательны металлическія его производныя. При пропусканіи ацетилена чрезъ амміачный растворъ полухлористой мѣди, образуется красный осадокъ $\left.\begin{matrix}C^2Cu^2H\\C^2Cu^2H\end{matrix}\right\}O$; при дѣйствіи ацетилена на растворъ полухлористой мѣди въ растворѣ хлористаго калія, происходитъ подобный же осадокъ, но содержащій хлоръ, C^2Cu^2HCl. Эти тѣла взрываютъ при нагрѣваніи или при ударѣ. Подобныя же соединенія получаются при дѣйствіи ацетилена на амміачные растворы серебряныхъ солей и солей нѣкоторыхъ другихъ металловъ.

Серебряное производное ацетилена, $\left.\begin{matrix}C^2Ag^2H\\C^2Ag^2H\end{matrix}\right\}O$, представляетъ бѣлаго цвѣта соединеніе, которое тоже сильно взрываетъ при ударѣ или нагрѣваніи.

При нагрѣваніи этихъ соединеній съ водною соляною кислотою, выдѣляется ацетиленъ:

$$C^2Cu^2HCl + HCl = C^2H^2 + Cu^2Cl^2.$$

При дѣйствіи цинка и воднаго амміака на мѣдное производное ацетилена, водородъ, выдѣляющійся отъ реакціи цинка съ амміакомъ, присоединяется къ ацетилену, образуя этиленъ:

$$C^2Cu^2HCl + H^2 = C^2H^4 + HCl.$$

Если пропускать ацетиленъ надъ расплавленнымъ каліемъ, то калій вступаетъ на мѣсто водорода ацетилена и образуетъ соединенія:

$$C^2HK \text{ и } C^2K^2.$$

Оба тѣла представляютъ черный порошокъ, который съ водою сильно реагируетъ, причемъ происходятъ ацетиленъ и ѣдкое кали:

$$C^2HK + H^2O = C^2H^2 + KHO.$$

Подобное же соединеніе кальція, C^2Ca, получается при сильномъ нагрѣваніи съ углемъ сплава цинка и кальція; оно тоже разлагается водою, образуя водную окись кальція и ацетиленъ.

Аллиленъ, C^3H^4, получается при нагрѣваніи бромистаго пропилена со спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали. Серебряное и мѣдное его производное тоже легко взрываетъ.

Аллиленовое серебро, C^3H^3Ag, представляетъ бѣлый кристаллическій осадокъ, образующійся при пропусканіи аллилена въ амміачный растворъ азотносеребряной соли:

$$C^3H^4 + AgNO^3 + NH^3 = C^3H^3Ag + NH^4NO^3.$$

При нагрѣваніи бромистаго пропилена съ слабымъ спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали, выдѣляется изъ него только половина брома въ видѣ бромистаго водорода и получается бромопропиленъ, C^3H^5Br, обладающій способностью соединяться съ двумя атомами брома. При нагрѣваніи полученнаго бромистаго бромопропилена съ спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали, происходитъ бромоаллиленъ:

$$C^3H^5BrBr^2 + 2KHO = C^3H^3Br + 2KBr + 2H^2O.$$

Этилатъ калія, дѣйствуя на бромоаллиленъ, образуетъ пропаргиловый эѳиръ, $\left.\begin{matrix}C^3H^3\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$, въ которомъ водородъ можетъ замѣщаться серебромъ, какъ въ аллиленѣ.

Серебряное производное этого эѳира, $\left.\begin{matrix} C^3H^2Ag \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O$, представляетъ бѣлый порошокъ, взрывающій при нагрѣваніи.

Остальные углеродистые водороды, принадлежащіе къ этому ряду, представляютъ жидкости съ проницательнымъ запахомъ, способныя соединяться съ двумя атомами брома въ жидкія, а съ четырьмя въ твердыя соединенія. Въ нихъ, повидимому, нѣтъ способности давать металлическія производныя.

Къ этимъ же углеродистымъ водородамъ принадлежитъ *диаллилъ*, C^6H^{10}; онъ происходитъ при нагрѣваніи іодистаго аллила съ натріемъ. Онъ изомеренъ съ гексоиленомъ, отъ котораго отличается тѣмъ, что кипитъ при 59°. По химическимъ свойствамъ диаллилъ весьма сходенъ съ углеродистыми водородами ацетиленоваго ряда.

Соединенія четырехатомныхъ радикаловъ.

Эритритъ, $C^4H^{10}O^4$, представляетъ единственный до сихъ поръ извѣстный четырехатомный спиртъ. Онъ содержится въ нѣкоторыхъ родахъ лишаевъ и водорослей, легко растворяется въ водѣ, кристаллизуется большими квадратными призмами и имѣетъ сладкій вкусъ. Азотный эѳиръ эритрита, $\left.\begin{matrix} C^4H^6 \\ (NO^2)^4 \end{matrix}\right\} O^4$, получается при раствореніи эритрита въ холодной, крѣпкой азотной кислотѣ и образуетъ большіе бѣлые кристаллы, сильно взрывающіе при ударѣ. При дѣйствіи крѣпкой іодистоводородной кислоты, эритритъ превращается въ іодистый изобутилъ:

$$C^4H^{10}O^4 + 7HJ = C^4H^9J + 4H^2O + 3J^2.$$

Изъ эритрита до сихъ поръ не получено кислоты; по своей формулѣ, онъ находится въ такомъ же отношеніи къ винной кислотѣ, какъ бутиленовый гликоль къ янтарной кислотѣ:

Бутиленовый гликоль.	Янтарная кислота.	Эритритъ.	Винная кислота.
$\left\{\begin{matrix} CH^2OH \\ CH^2 \\ CH^2 \\ CH^2OH \end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix} CO^2H \\ CH^2 \\ CH^2 \\ CO^2H \end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix} CH^2OH \\ CHOH \\ CHOH \\ CH^2OH \end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix} CO^2H \\ CHOH \\ CHOH \\ CO^2H. \end{matrix}\right.$

Соединенія шестиатомныхъ радикаловъ.

Маннитъ, $C^6H^{14}O^6$, представляетъ спиртъ шестиатомнаго радикала, C^6H^8; онъ находится въ *маннѣ*, или застывшемъ сокѣ нѣкоторыхъ видовъ ясени. Его получаютъ, извлекая изъ манны спиртомъ и перекристаллизовывая, въ видѣ тонкихъ, бѣлыхъ иглъ съ шелковистымъ блескомъ; онъ обладаетъ слабымъ сладкимъ вкусомъ и растворяется въ водѣ и спиртѣ. Искусственно его получаютъ при дѣйствіи амальгамы натрія на водный растворъ нѣкоторыхъ видовъ сахара:

$$C^6H^{12}O^6 + H^2 = C^6H^{14}O^6.$$

Дѣйствіемъ слабо окисляющихъ веществъ, отъ него можно снова отнять два атома водорода и тѣмъ превратить въ сахаръ способный къ броженію; этому же измѣненію онъ подвергается при дѣйствіи нѣкоторыхъ ферментовъ. Водный растворъ маннита при дѣйствіи платиновой черни даетъ маннитовую кислоту, $C^6H^{12}O^7$.

Азотноманнитовый эѳиръ (*нитроманнитъ*) $\left.\begin{matrix} C^6H^8 \\ (NO^2)^6 \end{matrix}\right\} O^6$, получается при дѣйствіи смѣси крѣпкой азотной и сѣрной кислоты на маннитъ. Онъ образуетъ небольшія блестящія иглы, растворяется въ спиртѣ и эѳирѣ, но нерастворимъ въ водѣ; при нагрѣваніи разлагается съ слабымъ взрывомъ, но при ударѣ молоткомъ сильно взрываетъ. Маннитъ образуетъ также сложные эѳиры съ жирными кислотами, напр., стеариновоманнитовый эѳиръ, $\left.\begin{matrix} C^6H^8 \\ (C^{18}H^{35}O)^6 \end{matrix}\right\} O^6$, который представляетъ твердую, подобную жиру, массу.

Крѣпкая іодистоводородная кислота дѣйствуетъ на маннитъ подобнымъ же образомъ какъ на глицеринъ и эритритъ; при этомъ образуется іодангидридъ одноатомнаго вторичнаго спирта — іодистый изогексилъ:

$$C^6H^{14}O^6 + 11HJ = C^6H^{13}J + 6H^2O + 5J^2.$$

Этотъ же самый іодангидридъ получается при соединеніи іодистаго водорода съ гексиленомъ; при дѣйствіи на него воды и окиси серебра, образуется *вторичный* гексилевый спиртъ, $C\left\{\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^3H^7 \\ H \\ OH \end{matrix}\right.$, (стр. 281), такъ какъ при окисленіи онъ даетъ вначалѣ кетонъ формулы $\left\{\begin{matrix} C^2H^5 \\ CO \\ C^3H^7 \end{matrix}\right.$, а затѣмъ масляную и уксусную кислоту.

Гидраты углерода.

Подъ этимъ названіемъ извѣстна группа соединеній, содержащихъ углеродъ, кислородъ и водородъ, причемъ взаимное отношеніе двухъ послѣднихъ элементовъ совершенно одинаково съ отношеніемъ ихъ въ водѣ. Тѣла принадлежащія къ этой группѣ, весьма распространены въ растительномъ царствѣ и входятъ какъ важныя составныя части въ пищу человѣка и животныхъ.

Ихъ химическія отношенія еще мало изслѣдованы, однако большая часть этихъ соединеній обнаруживаетъ свойства многоатомныхъ спиртовъ. Они подраздѣляются на слѣдующія три группы:

Первая группа. $C^{12}H^{22}O^{11}$	Вторая группа. $C^6H^{12}O^6$	Третья группа. $C^6H^{10}O^5$
+ Тростниковый сахаръ или сахарозъ.	+ Виноградный сахаръ или правая глюкоза.	+ Крахмалъ
		+ Гликогенъ.
+ Молочный сахаръ или лактозъ.	— Плодовый сахаръ или лѣвая глюкоза.	+ Декстринъ.
		Камедь.
+ { Мелитозъ. Мелицитозъ. Микозъ.	— Галактозъ.	— Инулинъ.
		Клѣтчатка.
		Туницинъ.

Растворимыя изъ этихъ соединеній показываютъ особенное отношеніе къ поляризованному свѣту, качество, которое служитъ главнѣйшимъ отличительнымъ признакомъ для нѣкоторыхъ изъ этихъ тѣлъ. Они обладаютъ свойствомъ подобно виннокаменной кислотѣ и нѣкоторымъ другимъ соединеніямъ, отклонять плоскость поляризованнаго свѣта вправо, или влѣво; такъ виноградный сахаръ отклоняетъ ее вправо, плодовый сахаръ влѣво. Обозначаютъ вправо-отклоняющія тѣла знакомъ +, влѣво отклоняющія тѣла знакомъ —.

Тростниковый сахаръ, $C^{12}H^{22}O^{11}$. Тростниковый сахаръ весьма распространенъ въ растительномъ царствѣ, именно въ сахарномъ тростникѣ, свекловицѣ и въ сахарномъ кленѣ, а также въ небольшихъ количествахъ въ меду и во многихъ плодахъ.

Сокъ сахарнаго тростника содержитъ около 18% сахара; его послѣ выжиманія быстро нагрѣваютъ до 60° и прибавляютъ небольшое количество известковаго молока для того, чтобы осадить содержащіяся въ сокѣ бѣлковыя вещества и тѣмъ предотвратить броженіе. Затѣмъ нагрѣваютъ сахарный сокъ до кипѣнія, удаляютъ собирающуюся на поверхности пѣну, выпариваютъ прозрачную жидкость въ

мѣдныхъ плоскихъ котлахъ, процѣживаютъ черезъ холстъ, снова выпариваютъ до консистенціи сиропа, которому затѣмъ даютъ охладиться, причемъ сахаръ выдѣляется въ видѣ маленькихъ буроватыхъ кристалловъ (сахарный песокъ) Концентрируя еще болѣе маточный растворъ, производятъ вторичную кристаллизацію, послѣ которой остается густой желтый сиропъ, *патока*, уже не способная кристаллизоваться. Сахарный песокъ привозится готовымъ въ Европу и здѣсь очищается, или рафинируется. Для этой цѣли растворяютъ его въ водѣ, прибавляютъ немного извести и фильтруютъ; буроватую жидкость обезцвѣчиваютъ пропусканіемъ черезъ толстый слой костянаго угля и полученный безцвѣтный фильтратъ выпариваютъ въ разрѣженномъ пространствѣ; при охлажденіи жидкости сахаръ кристаллизуется. Въ разрѣженномъ воздухѣ сахарный растворъ кипитъ при низшей температурѣ, нежели при обыкновенномъ давленіи, этимъ устраняется возможность образованія не кристаллическаго сахара, а также обугливаніе и побуреніе сахарнаго раствора при сильномъ нагрѣваніи. Концентрированный растворъ оставляютъ охлаждаться въ глиняныхъ формахъ, и получаютъ такъ называемыя сахарныя головы; или не вполнѣ сконцентрированному раствору даютъ медленно испаряться, причемъ сахаръ выдѣляется въ видѣ большихъ кристалловъ. Фабрикація сахара изъ свекловицы сходна съ вышеприведенной.

Тростниковый сахаръ кристаллизуется въ моноклиноэдрическихъ призмахъ, которыя свѣтятся при разбиваніи, въ темнотѣ; его удѣльный вѣсъ = 1,606. Онъ растворяется въ $1/3$ своего вѣса холодной воды и во всякомъ количествѣ кипящей, въ разведенномъ спиртѣ онъ трудно растворимъ, а въ безводномъ спиртѣ и эѳирѣ нерастворимъ вовсе. При 160° сахаръ плавится въ безцвѣтную жидкость, которая по охлажденіи превращается въ стеклообразную аморфную массу. Спустя нѣкоторое время масса эта становится кристаллическою и непрозрачною. При дальнѣйшемъ нагрѣваніи выдѣляется вода и остается буроватая масса, называемая *карамель*. Азотная кислота легко окисляетъ сахаръ и даетъ, смотря по продолжительности дѣйствія и крѣпости кислоты, или сахарную, или щавелевую кислоты. Концентрированная сѣрная кислота быстро обугливаетъ сахаръ съ отдѣленіемъ сѣрнистаго ангидрида. Если дѣйствовать на сахаръ на холоду смѣсью азотной и сѣрной кислотъ, то образуется эѳирообразное соединеніе азотной кислоты $\left.\begin{matrix}C^{12}H^{18}\\(NO^2)^4\end{matrix}\right\}O^{11}$, которое взрываетъ, какъ нитроманнитъ.

При нагрѣваніи тростниковый сахаръ возстановляетъ благородные металлы изъ растворовъ ихъ солей; изъ щелочнаго раствора мѣдной соли, онъ при кипяченіи медленно осаждаетъ закись мѣди Cu^2O. Тростниковый сахаръ не способенъ прямо бродить, но подъ вліяніемъ внесенныхъ въ растворъ дрожжей, онъ, соединяясь съ водою, разлагается на равныя части плодоваго и винограднаго сахара, которые оба способны къ броженію:

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = \underset{\text{правая глюкоза}}{C^6H^{12}O^6} + \underset{\text{лѣвая глюкоза}}{C^6H^{12}O^6}.$$

То же измѣненіе происходитъ въ сахарѣ при кипяченіи его съ разведенной сѣрной кислотой. Тростниковый сахаръ образуетъ съ металлическими окисями особенныя соединенія, напр. известковое соединеніе $C^{12}H^{22}O^{11}CaO$; другіе окислы, напр. окись свинца, соединяются съ сахаромъ, выдѣляя воду, причемъ металлъ замѣщаетъ часть водорода, напр. $C^{12}H^{18}Pb^2O^{11}$.

Молочный сахаръ, $C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O$. Молочный сахаръ встрѣчается только въ молокѣ млекопитающихъ животныхъ. Онъ получается выпариваніемъ сыворотки, въ видѣ твердыхъ ромбическихъ кристалловъ, содержащихъ одну частицу кристаллизаціонной воды, выдѣляющейся при 140°. Молочный сахаръ растворяется въ 6-ти частяхъ холодной воды, и въ 2-хъ кипящей; онъ имѣетъ слабый сладкій вкусъ и во рту даетъ ощущеніе песка. Подъ вліяніемъ дрожжей не приходитъ сразу въ броженіе, но только спустя долгое время и при избыткѣ дрожжей. Съ гнилымъ сыромъ приходитъ въ молочнокислое броженіе; вмѣстѣ съ молочной кислотой образуется при этомъ всегда нѣкоторое количество алкооля и маннита.

При нагрѣваніи молочнаго сахара съ разведенными кислотами, онъ превращается, принимая воду, въ *галактозъ*—тѣло подобное виноградному сахару, прямо способное бродить и, при дѣйствіи азотной кислоты, дающее слизевую кислоту. Спиртовый растворъ мѣдной соли возстановляется молочнымъ сахаромъ даже на холоду, выдѣляя закись мѣди. Окисленный азотною кислотою молочный сахаръ превращается въ слизевую, сахарную, винную и щавелевую кислоты.

Мелитозъ находится въ особомъ родѣ манны, которая вытекаетъ изъ деревьевъ рода *Eucaliptus*, на Вандименовой Землѣ.

Мелицитозъ, или лиственичный сахаръ, получается изъ маннообразнаго вещества, вытекающаго изъ *Pinus Larix*. *Микозъ* содержится въ головчатой ржи.

Правая глюкоза, $C^6H^{12}O^6$, *виноградный сахаръ*, или *крахмальный сахаръ*. Этотъ родъ сахара находится въ большей части сладкихъ плодовъ и въ медѣ, вмѣстѣ съ плодовымъ сахаромъ и небольшимъ количествомъ тростниковаго. Онъ входитъ, какъ нормальная составная часть, во всѣ почти животныя жидкости, какъ-то: въ кровь, яичный бѣлокъ и желтокъ, и въ незначительномъ количествѣ въ мочу. Въ большихъ количествахъ, до 10%, онъ появляется въ мочѣ при сахарномъ мочеизнуреніи. Виноградный сахаръ образуетъ зернистую кристаллическую массу, или маленькіе иглообразные кристаллы, которые имѣютъ формулу $C^6H^{12}O^6 + H^2O$; при нагрѣваніи выдѣляется изъ нихъ одна частица воды. Онъ растворяется въ равномъ вѣсѣ воды и на вкусъ менѣе сладокъ, чѣмъ тростниковый сахаръ. Изъ щелочныхъ растворовъ солей мѣди онъ при нагрѣваніи мгновенно осаждаетъ красную закись мѣди; этимъ свойствомъ пользуются при опредѣленіи количества глюкозы въ какой либо жидкости: именно прибавляютъ къ ней раствора мѣдной соли до тѣхъ поръ, пока образуется осадокъ. Изъ растворовъ серебряныхъ солей глюкоза осаждаетъ металлическое серебро. Если къ такому раствору прибавить предварительно аммiака, то серебро осаждается на стѣнкахъ стекляннаго сосуда въ видѣ зеркала. Глюкоза можетъ быть получена искусственно изъ другихъ гидратовъ углерода: тростниковый сахаръ превращается, при дѣйствіи разведенныхъ кислотъ, въ смѣсь равныхъ количествъ правой и лѣвой глюкозы; крахмалъ при кипяченіи съ разведенной сѣрной кислотой даетъ одну правую глюкозу. Такимъ же образомъ измѣняется крахмалъ послѣ обработыванія настоемъ солода.

Если правая глюкоза встрѣчается вмѣстѣ съ лѣвою, или плодовымъ сахаромъ, какъ напримѣръ въ меду, то ее легко получить отдѣльно, отжимая зернистый остатокъ, который и есть глюкоза; ее легко очистить, кристаллизуя изъ спирта. Азотная кислота окисляетъ ее въ сахарную и щавелевую кислоты.

Лѣвая глюкоза. Влѣво отклоняющій плодовый сахаръ не кристалличенъ и образуетъ безцвѣтный сиропъ, легче растворимый въ водѣ и спиртѣ, чѣмъ виноградный сахаръ; онъ также возстановляетъ щелочные растворы мѣдныхъ солей. Лѣвая глюкоза всего легче добывается изъ тростниковаго сахара, обработаннаго кислотами; полученный растворъ смѣшиваютъ съ гашеной известью и образовавшуюся смѣсь сильно выжимаютъ, чтобы удалить жидкія известковыя соедине-

нія правой глюкозы. Твердый сухой остатокъ, состоящій изъ известковаго соединенія лѣвой глюкозы, разлагаютъ щавелевою кислотою, отфильтровываютъ щавелевокальціевую соль и концентрируютъ растворъ выпариваніемъ.

Обѣ кислоты, слизевая и сахарная, которыя получаются при окисленіи различныхъ родовъ сахара азотной кислотой, изомерны и имѣютъ формулу $C^6H^{10}O^8$; ихъ можно разсматривать, какъ продукты окисленія шестиатомнаго спирта – маннита. Тростниковый сахаръ, измѣненный кислотами, при дѣйствіи водорода въ моментъ его выдѣленія переходитъ въ маннитъ и стоитъ къ этому спирту въ такомъ же отношеніи, какъ алдегидъ къ обыкновенному алкоолю:

Алкооль	C^2H^6O	Алдегидъ	C^2H^4O	Уксусн. кис.	$C^2H^4O^2$
Маннитъ	$C^6H^{14}O^6$	Сахаръ	$C^6H^{12}O^6$	Маннит. кис.	$C^6H^{12}O^7$

Щавелевая кислота $C^2H^2O^4$

Слизевая кислота
Сахарная кислота } $C^6H^{10}O^8$.

Броженіе.

Подъ именемъ броженія извѣстенъ совершенно особый родъ химическаго разложенія, вполнѣ отличный отъ обыкновенныхъ химическихъ измѣненій. Многія органическія вещества способны приходить въ броженіе, т. е. претерпѣвать опредѣленное распаденіе, безъ того, чтобы другое тѣло принимало прямое участіе въ этомъ процессѣ; но при этомъ необходимо однако присутствіе извѣстнаго, азотъ содержащаго тѣла (бѣлковыя вещества), которое также разлагается. Такое тѣло называется веществомъ, способствующимъ броженію, или *ферментомъ*, и смотря по роду тѣлъ приходящихъ въ броженіе и ферментовъ, продукты броженія бываютъ весьма различны. Долгое время думали, что броженіе вызывается разложеніемъ этихъ ферментовъ; однако тщательныя новѣйшія изслѣдованія показали, что броженіе происходитъ только въ присутствіи извѣстныхъ существъ, что они суть дѣйствительные возбудители броженія, что весь процессъ броженія основывается на развитіи микроскопическихъ растеній и животныхъ, что, наконецъ, каждый отдѣльный видъ (species) производитъ особый родъ броженія. Для того, чтобы организованныя существа могли развиваться въ жидкости, необходимо прежде всего, чтобы они находили себѣ соотвѣтствующую пищу; какъ и высшія растенія, эти микроскопическіе организмы требуютъ для своего питанія углекислоты, амміака и нѣкоторыхъ солей, именно фосфорныхъ. Эта пища доставляется имъ готовыми бѣлковыми веществами, которыя впрочемъ не необходимы и могутъ быть замѣнены неорганическими солями амміака и фосфорной кислоты. Кромѣ того, каждый родъ броженія требуетъ опредѣленной температуры.

Во многихъ случаяхъ броженіе развивается безъ прибавленія фермента, такъ что жидкость приходитъ въ броженіе сама по себѣ; *пиво*, *вино*, *молоко*, *моча* дѣлаются кислыми или разлагаются, когда они долгое время подвергаются дѣйствію воздуха. Но и въ этомъ случаѣ участвуютъ организмы, и здѣсь происходитъ истинное броженіе. Атмосферный воздухъ содержитъ всегда большое количество зародышей, или *споръ* низшихъ организмовъ, которые, какъ скоро попадаютъ въ жидкость обладающую благопріятными условіями для своего развитія, начинаютъ развиваться далѣе. Если жидкость легко приходящую въ броженіе привести въ соприкосновеніе только съ воздухомъ, который былъ предварительно пропущенъ черезъ раскаленную платиновую трубку, причемъ разрушились всѣ зародышевыя зерна, или профильтрованъ черезъ хлопчатую бумагу, въ которой задерживаются споры, то не произойдетъ никакого броженія, и жидкость можетъ сохраняться произвольно долгое время безъ малѣйшаго измѣненія.

1) *Спиртовое броженіе.* Ферментомъ спиртоваго броженія служатъ дрожжи; это есть одно изъ низшихъ растеній (*Mycoderma cerevisiae*), состоящее изъ отдѣльныхъ круглыхъ клѣточекъ. Въ разведенныхъ растворахъ сахаристыхъ веществъ, состава $C^6H^{12}O^6$, оно производитъ правильно идущее распаденіе сахара на алкооль и ангидридъ угольной кислоты:

$$C^6H^{12}O^6 = 2C^2H^6O + 2CO^2.$$

Около 6-ти процентовъ сахара распадаются при этомъ инымъ образомъ. Изъ одной части сахара образуются около 2,5% глицерина и 0,6—0,7% янтарной кислоты; другая часть потребляется дрожжами въ пищу и превращается въ клѣтчатку и жиръ. Спиртовое броженіе идетъ всего быстрѣе при температурѣ отъ 25° до 30°; ниже 5° оно прекращается.

2) *Уксусное броженіе.* Превращеніе разведеннаго спирта въ уксусъ, также происходитъ только въ присутствіи особыхъ растительныхъ организмовъ (*Mycoderma aceti*).

3) *Молочное броженіе.* Ферментъ этого броженія, есть также растеніе, въ присутствіи котораго сахаръ даетъ молочную кислоту:

$$C^6H^{12}O^6 = 2C^3H^6O^3.$$

Это распаденіе развивается легко, но прекращается тотчасъ, какъ

только жидкость становится кислою: чтобы содѣйствовать броженію, къ жидкости прибавляютъ мѣлу, который насыщаетъ образующуюся молочную кислоту. Наиболѣе благопріятная температура для образованія молочной кислоты есть 30° до 35°.

4) *Масляное броженіе.* Если жидкость, полученную при молочномъ броженіи, оставить стоять долгое время при температурѣ 36°, то наступаетъ дальнѣйшее распаденіе; выдѣляется водородъ и молочная кислота превращается въ масляную. Это распаденіе обусловливается однимъ родомъ инфузорій, которыя замѣчательнымъ образомъ живутъ и разростаются въ атмосферѣ водорода и умерщвляются свободнымъ кислородомъ.

5) *Слизистое броженіе.* При этомъ броженіи, которое зависитъ также отъ растительнаго фермента, сахаръ превращается въ маннитъ и особенный родъ камеди.

Декстринъ, $C^6H^{10}O^5$ (крахмальная камедь). При нагрѣваніи крахмала до 150° онъ превращается въ легко растворимое въ водѣ вещество подобное камеди, которое называется декстриномъ. При смачиваніи крахмала разведенною азотною или соляною кислотою, тоже превращеніе совершается уже при 110°. Если къ теплому крахмальному клейстеру прибавить воднаго настоя солода и нагрѣвать до 60°—70°, то масса дѣлается весьма жидкою, такъ какъ крахмалъ превращается въ смѣсь декстрина и правой глюкозы. Декстринъ образуетъ безцвѣтную, или желтоватую какъ камедь, массу, которая легко растворима въ водѣ, но нерастворима въ спиртѣ. При кипяченіи съ разведенною сѣрною кислотою онъ соединяется съ водою и превращается въ виноградный сахаръ. Декстринъ добывается въ большихъ количествахъ и употребляется вмѣсто аравійской камеди.

Камедь, $C^6H^{10}O^5$ (гумми). Подъ этимъ названіемъ извѣстно множество тѣлъ, весьма распространенныхъ въ растительномъ царствѣ. Они аморфны, въ водѣ болѣе или менѣе растворимы, нерастворимы въ спиртѣ, и послѣ кипяченія съ разведенною сѣрною кислотою превращаются въ сахаръ способный къ броженію.

Аравійская камедь добывается изъ различныхъ видовъ акацін и состоитъ изъ известковыхъ и калійныхъ солей, камедевой кислоты. Ее получаютъ въ видѣ бѣлой аморфной массы, которая осаждается спиртомъ изъ раствора аравійской камеди, обработанною соляною кислотою.

Вишневый клей обладаетъ подобными же качествами, но только отчасти растворимъ въ водѣ.

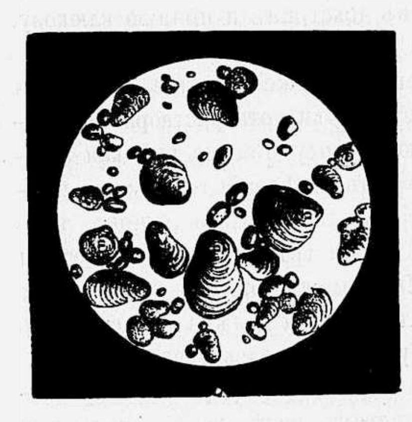
Адрагантовая камедь нерастворима въ холодной водѣ, а въ горячей водѣ разбухаетъ въ слизь.

Инулинъ содержится въ корняхъ многихъ растеній; онъ составляетъ переходъ отъ камеди къ крахмалу, въ холодной водѣ мало растворимъ, а только разбухаетъ, въ кипящей водѣ растворяется легко; послѣ кипяченія съ разведенными кислотами превращается въ плодовый сахаръ.

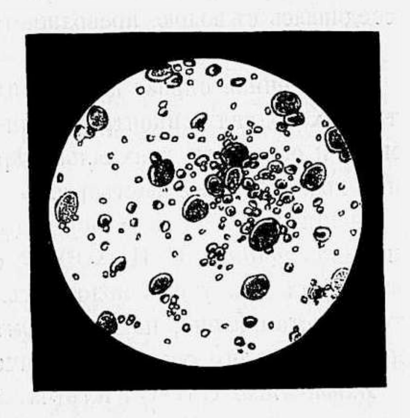
Гликогенъ или *животный крахмалъ*, есть бѣлый аморфный порошокъ. Онъ находится въ печени, растворимъ въ холодной водѣ и отъ дѣйствія разведенныхъ кислотъ переходитъ въ виноградный сахаръ.

Крахмалъ, $C^6H^{10}O^5$. Это весьма распространенное въ растительномъ царствѣ вещество, образуетъ бѣлый порошокъ, который подъ микроскопомъ является въ видѣ маленькихъ круглыхъ, или продолговатыхъ зеренъ (фиг. 61 и 62), имѣющихъ организованное строеніе. Величина и форма этихъ зеренъ у различныхъ родовъ крахмала весьма различны. Діаметры ихъ напр. слѣдующіе:

Ф. 61.



Ф. 62.



крахмальныя зерна	картофеля	0,185 мм.
» »	саго	0,070 »
» »	пшеницы.	0,050 »
» »	маиса	0,030 »
» »	проса	0,010 »
» »	красной свеклы . . .	0,004 »

Крахмальныя зерна нерастворимы въ холодной водѣ, спиртѣ и эѳирѣ, но при нагрѣваніи крахмала съ водой до 70—72° они разбухаютъ, такъ что лопаются и образуютъ густую слизистую массу, крахмальный клейстеръ. Если продолжать кипятить крахмальный клейстеръ съ большимъ количествомъ воды, то отдѣльныя частички крахмала дѣлаются такъ мелки, что могутъ уже проходить черезъ фильтру; при дальнѣйшемъ кипяченіи они совершенно растворяются и жидкость дѣлается прозрачною. Изъ этого раствора спиртъ осаждаетъ бѣлый аморфный порошокъ, растворимый въ водѣ (растворимый крахмалъ). Нагрѣтый до 160°, крахмалъ превращается въ декстринъ.

Какъ нерастворимый, такъ и растворимый крахмалъ образуетъ съ іодомъ соединеніе темно-синяго цвѣта. При кипяченіи этого іодистаго крахмала съ водою, синій цвѣтъ исчезаетъ, но при охлажденіи снова появляется. Эта реакція характерна для крахмала. Декстринъ и другія тѣла изомерныя съ крахмаломъ не окрашиваются іодомъ. Крахмальный клейстеръ нагрѣтый до 70°, и обработанный настоемъ солода, становится весьма жидкимъ. Солодъ содержитъ особенное азотистое вещество, называемое *діастазъ*, подъ вліяніемъ котораго крахмалъ, соединяясь съ водою, превращается въ декстринъ и правую глюкозу.

$$3C^6H^{10}O^5 + H^2O = 2C^6H^{10}O^5 + C^6H^{10}O^6.$$

Разведенная сѣрная кислота имѣетъ такое же дѣйствіе какъ діастазъ. Холодная концентрированная сѣрная кислота растворяетъ крахмалъ и образуетъ крахмальносѣрную кислоту. Весьма крѣпкая азотная кислота также растворяетъ его безъ отдѣленія газовъ; по прибавленіи къ этому раствору воды осаждается бѣлый порошокъ, такъ наз. *ксилоидинъ*, $C^{12}H^9(NO^2)O^{10}$; онъ при нагрѣваніи вспыхиваетъ и взрываетъ при ударѣ молоткомъ. Частичная формула крахмала не точно установлена, но во всякомъ случаѣ она должна представлять простѣйшую его формулу, увеличенную въ нѣсколько разъ.

Клѣтчатка $C^6H^{10}O^5$. Клѣтчатка составляетъ твердую часть растительныхъ тѣлъ. Ее получаютъ въ чистомъ видѣ, всего лучше изъ хлопчатой бумаги, или льняныхъ волоконъ; посторонніе примѣси удаляются оттуда различными растворяющими средствами, какъ-то: растворомъ ѣдкаго кали, разведенными кислотами и т. д. Клѣтчатка бѣлаго цвѣта, нерастворима въ водѣ, спиртѣ и эѳирѣ; она всегда показываетъ строеніе той растительной ткани, изъ которой была добыта. Единственнымъ растворяющимъ средствомъ для клѣтчатки служитъ аммiачный растворъ окиси мѣди; кислоты снова осаждаютъ ее изъ этого раствора въ видѣ бѣлой аморфной массы. Концентрированная сѣрная кислота превращаетъ клѣтчатку сначала въ нерастворимое въ водѣ вещество, которое отъ дѣйствія іода окрашивается въ синій цвѣтъ, при дальнѣйшемъ же дѣйствіи образуется тѣло, весьма сходное съ декстриномъ. При долговременномъ кипяченіи кислаго раствора клѣтчатки съ водой, образуется сахаръ способный къ броженію. Смачивая бумагу (которая состоитъ главнымъ образомъ изъ клѣтчатки) въ сѣрной кислотѣ, на половину разведенной водой, и затѣмъ промывая ее, получаютъ пергаментную бумагу, которая имѣетъ большое сходство съ пергаментомъ и животными перепонками и употребляется при діализѣ (см. стр. 109).

Хлопчато-бумажный порохъ или *пироксилинъ*. Если погрузить на короткое время хлопчатую, или писчую бумагу, въ крѣпкую азотную кислоту, или въ смѣсь азотной и сѣрной кислотъ, то она остается повидимому безъ измѣненій, однако послѣ промыванія и просушиванія обнаруживается, что въ этомъ случаѣ образуется соединеніе, весьма легко воспламеняющееся и взрывающее, такъ-какъ часть водорода клѣтчатки замѣщается одноатомнымъ радикаломъ NO^2. Смотря по способу приготовленія, свойства получаемаго продукта весьма различны. Растворимая взрывчатая вата, или коллодійная, взрываетъ не сильно и растворима въ смѣси алкооля и эѳира; полученный растворъ называется коллодіумомъ. При испареніи этого раствора пироксилинъ остается въ видѣ тонкой прозрачной плёнки. Коллодіумъ употребляется въ фотографіи, для покрыванія стеклянныхъ пластинокъ прозрачнымъ слоемъ, содержащимъ серебряную соль. Хлопчато-бумажный порохъ, нерастворимый въ эѳирѣ, сильно взрываетъ и имѣетъ составъ $C^{12}H^{14}(NO^2)^6O^{10}$. Обработанный растворомъ хлористаго желѣза, онъ также, какъ и растворимый пироксилинъ, снова превращается въ обыкновенную клѣтчатку:

$$C^{12}H^{14}(NO^2)^6O^{10} + 6H^2O = C^{12}H^{20}O^{10} + 6NHO^3.$$

Освобождающаяся азотная кислота превращаетъ закись желѣза въ окись, причемъ выдѣляется окись азота.

Хлопчато-бумажный порохъ, до сихъ поръ, еще мало вошелъ въ употребленіе. Его преимущества слѣдующія: 1) при одномъ и томъ же вѣсовомъ количествѣ онъ обладаетъ большею взрывающею силою чѣмъ селитряный порохъ. 2) При сгараніи онъ не даетъ никакихъ твердыхъ остатковъ (т. к. превращается въ углекислоту, воду и азотъ) и поэтому сохраняетъ въ чистотѣ огнестрѣльное оружіе. 3) Намоченный въ водѣ, онъ теряетъ способность воспламеняться, но по высушиваніи снова пріобрѣтаетъ взрывчатыя свойства.

Туницинъ есть вещество весьма сходное съ клѣтчаткой, оно найдено въ асцидіяхъ.

Глюкозиды.

Въ растительномъ царствѣ существуетъ множество тѣлъ, которыя подъ вліяніемъ кислотъ, щелочей, или ферментовъ, обыкновенно соединяясь съ водою, распадаются на способный бродить сахаръ и другія вещества, они называются глюкозидами; ихъ можно разсматривать какъ сложные эѳиры сахара. Многія изъ такъ называемыхъ горькихъ веществъ, красящихъ и т. д., принадлежатъ къ этой группѣ. Мы разсмотримъ подробнѣе только нѣкоторыя изъ этихъ соединеній.

Мироновая кислота, $C^{10}H^{19}NS^2O^{10}$. Горчичное эѳирное масло, или тіоціановый аллилъ не заключается въ готовомъ видѣ въ сѣменахъ черной горчицы, но образуется черезъ особый родъ броженія изъ калійной соли, особенной кислоты, называемой мироновой. При дѣйствіи воды на измельченную въ порошокъ горчицу, эта соль распадается при дѣйствіи заключеннаго въ сѣменахъ горчицы фермента на кислую сѣрнокаліевую соль, горчичное масло и сахаръ:

$$C^{10}H^{18}KNS^2O^{10} = \left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\} SO^4 + \left.\begin{matrix}C\ N\\C^3H^5\end{matrix}\right\} S + C^6H^{12}O^6.$$

Амигдалинъ, $C^{20}H^{27}NO^{11} + 3H^2O$, находится въ горькихъ миндаляхъ; его извлекаютъ оттуда спиртомъ и осаждаютъ эѳиромъ въ видѣ маленькихъ бѣлыхъ кристалловъ, растворимыхъ въ водѣ. Съ разведенными кислотами, или въ прикосновеніи съ водою и *эмульсиномъ*, особеннымъ бѣлковымъ веществомъ, заключающимся въ миндаляхъ, онъ разлагается на синильную кислоту, горькоминдальное масло и сахаръ:

$$C^{20}H^{27}NO^{11} + 2H^2O = CNH + C^7H^6O + 2C^6H^{12}O^6.$$

Салицинъ, $C^{13}H^{18}O^7$. Этотъ глюкозидъ получается изъ коры разныхъ родовъ ивъ и тополя; его находили также въ бобровой струѣ (castoreum). Онъ состоитъ изъ бѣлыхъ блестящихъ, кристаллическихъ табличекъ, растворимъ въ водѣ и спиртѣ, нерастворимъ въ эѳирѣ и обладаетъ сильнымъ горькимъ вкусомъ. При дѣйствіи нѣкоторыхъ ферментовъ онъ распадается на сахаръ и салигенинъ, $C^7H^8O^2$:

$$C^{13}H^{18}O^7 + H^2O = C^7H^8O^2 + C^6H^{12}O^6.$$

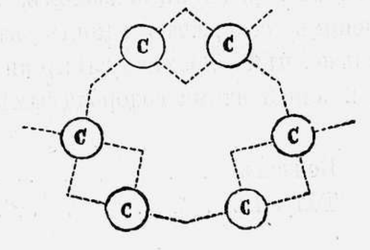
Таннинъ, или *дубильная кислота*, $C^{27}H^{22}O^{17}$. Въ растительномъ царствѣ весьма распространенъ рядъ соединеній, которыя имѣютъ весьма

слабую кислую реакцію, сильно вяжущій вкусъ и съ хлористымъ желѣзомъ даютъ синій, или зеленый осадокъ. Они осаждаютъ изъ растворовъ клей и бѣлковыя тѣла и соединяясь съ животной кожей, предохраняютъ ее отъ гніенія (дубленіе) Эти вещества обозначаютъ общимъ именемъ *дубильныхъ кислотъ*; между ними всего лучше изслѣдована кислота чернильныхъ орѣшковъ, или таннинъ. Его добываютъ, обработывая чернильные орѣшки эѳиромъ, содержащимъ воду; таннинъ представляетъ аморфный желтый порошокъ, легко растворимый въ водѣ и спиртѣ, и нерастворимый въ чистомъ эѳирѣ. Если растворъ дубильной кислоты оставить стоять на воздухѣ, или кипятить съ разведенной сѣрной кислотой, то образуется *галловая* или *орѣшковая* кислота, $C^7H^6O^5$, и сахаръ:

$$C^{27}H^{22}O^{17} + 4H^2O = 3C^7H^6O^5 + C^6H^{12}O^6.$$

Группа ароматическихъ соединеній.

Подъ именемъ ароматическихъ соединеній соединяютъ въ одну группу тѣла, которыя отличаются отъ доселѣ разсмотрѣнныхъ нами тѣлъ тѣмъ, что относительно богаты содержаніемъ углерода, и что наименьшее количество этого элемента достигаетъ въ нихъ шести атомовъ. Слѣдовательно, атомы углерода въ ароматическихъ тѣлахъ должны быть тѣснѣе расположены одинъ къ другому, или связываться взаимно болѣе, чѣмъ одною единицею сродства. Простѣйшее соединеніе изъ этой группы есть бензинъ или бензолъ C^6H^6, насыщенный углеродистый водородъ, въ которомъ изъ 24 единицъ сродства углерода, 18 взаимно насыщаются, а 6 насыщены водородомъ. Отъ бензина затѣмъ производятся весьма просто всѣ соединенія ароматической группы, такимъ образомъ, что водородъ въ немъ замѣщается отчасти, или вполнѣ какими либо одноатомными элементами, или радикалами. Слѣдовательно всѣ эти соединенія имѣютъ одинъ общій радикалъ, состоящій изъ шести атомовъ углерода; изъ нихъ каждый атомъ обладаетъ единицею сродства, не насыщенною другими углеродными атомами радикала. Строеніе этого радикала выражается слѣдующей графической формулой.



Такимъ образомъ атомы углерода соединяются попеременно, то одной, то двумя единицами сродства; если остальныя шесть единицъ сродства насыщаются водородомъ, то получается бензолъ. При замѣщеніи одного атома водорода хлоромъ, получается хлоробензолъ, соединеніе, отличающееся большимъ постоянствомъ, въ которомъ хлоръ не такъ легко можетъ замѣщаться одноатомными радикалами, какъ въ хлорангидридахъ спиртовъ. Совершенно одинаковыя отношенія показываютъ продукты замѣщенія бромомъ и іодомъ. Если на мѣсто водорода становится водяной остатокъ (OH), то получается подобное спирту соединеніе, называемое *фенолъ*, которое отличается отъ настоящихъ спиртовъ тѣмъ же, чѣмъ однохлоробензолъ отъ соотвѣтствующихъ спиртамъ хлорангидридовъ, т. е. группа OH тѣснѣе связана въ фенолѣ, чѣмъ въ спиртахъ. Водородъ бензола легко замѣщается радикаломъ азотной кислоты NO^2; при этомъ получаются *нитросоединенія* бензола, которыя легко переходятъ при возстановленіи въ аммiачныя основанія, или амидныя производныя, содержащія одноатомную группу NH^2. Итакъ важнѣйшія соединенія, происходящія отъ бензола, суть слѣдующія:

Бензолъ	C^6H^6
Однохлоробензолъ	C^6H^5Cl
Фенолъ	C^6H^5OH
Нитробензолъ	$C^6H^5NO^2$
Амидобензолъ, или анилинъ	$C^6H^5NH^2$

Но многія изъ этихъ радикаловъ могутъ одновременно замѣщать нѣсколько атомовъ водорода въ бензолѣ и потому число ароматическихъ соединеній съ 6 паями углерода весьма значительно. Если водородъ въ бензолѣ, или его производныхъ замѣщается радикалами содержащими углеродъ, то получаются тѣла болѣе богатыя углеродомъ. Мы знаемъ, напр. углеродистые водороды, которые образуютъ гомологичный рядъ съ бензоломъ, или гдѣ каждый изъ послѣдующихъ членовъ содержитъ однимъ атомомъ углерода и двумя водорода больше, чѣмъ предъидущій; они представляютъ бензолъ, въ которомъ 1, 2 или 3 атома водорода замѣщены метиломъ, CH^3.

		Точка кипѣнія.
Бензолъ	C^6H^6	82°
Толуолъ	$C^7H^8 = C^6H^5\ CH^3$	111°
Ксилолъ, или двуметилобензолъ	$C^8H^{10} = C^6H^4\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right.$	139°
Кумолъ, или триметилобензолъ	$C^9H^{12} = C^6H^3\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\\CH^3\end{matrix}\right.$	168°

Въ этихъ соединеніяхъ водородъ въ остаткѣ бензола можетъ быть также замѣщенъ какимъ либо элементомъ, или радикаломъ, какъ и въ самомъ бензолѣ. При этомъ получаются продукты замѣщенія, весьма аналогичные таковымъ же продуктамъ самаго бензола. Но и въ метилѣ, равнымъ образомъ, водородъ можетъ быть замѣщенъ, и въ этомъ случаѣ получаются соединенія, вполнѣ подобныя соединеніямъ метила и другихъ спиртовыхъ радикаловъ; такъ напр. отъ толуола производятся слѣдующіе два изомерные ряда:

Толуолъ, $C^6H^5CH^3$.

Однохлоротолуолъ.	$C^6H^4Cl\ CH^3$	Хлористый бензилъ.	$C^6H^5CH^2Cl$
Крезолъ	$C^6H^4OH\ CH^3$	Бензиловый спиртъ.	$\left.\begin{matrix}C^6H^5CH^2\\H\end{matrix}\right\}O$
Нитротолуолъ	$C^6H^4NO^2CH^3$	—	
Амидотолуолъ	$C^6H^4NH^2CH^3$	Бензиламинъ	$\left.\begin{matrix}C^6H^5CH^2\\H\\H\end{matrix}\right\}N.$

Окисленіемъ получается изъ бензойнаго спирта бензойный алдегидъ, C^6H^5COH, и бензойная кислота, $C^6H^5CO^2H$.

Дву-и триметилобензолъ даютъ подобные же изомерные продукты замѣщенія. Но вмѣсто метила могутъ замѣщать водородъ также другіе одноатомные спиртовые радикалы, въ которыхъ въ свою очередь возможны подобныя замѣщенія. Изъ этого не трудно понять, что число ароматическихъ соединеній не только чрезвычайно велико, но что въ нихъ, кромѣ того, входитъ почти безграничное количество изомерныхъ тѣлъ.

Такимъ образомъ изомерны:

1. Ксилолъ или двуметилобензолъ, $C^6H^4\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right.$ и этилобензолъ, $C^6H^5C^2H^5$.

2. Кумолъ, или триметилобензолъ $C^6H^3\left\{\begin{matrix}CH^3\\CH^3,\\CH^3\end{matrix}\right.$

этилотолуолъ, $C^6H^4\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\C\ H^3,\end{matrix}\right.$ и пропилобензолъ $C^6H^5C^3H^7$.

Такъ-какъ всѣ эти углеродистые водороды весьма сходны между собой, то очень важно умѣть точно различать ихъ; этого легко достигаютъ, обработывая ихъ какими либо окисляющими средствами, какъ напр. разведенной азотной или хромовой кислотами, причемъ заключенные въ нихъ спиртовые радикалы окисляются (переходятъ въ группу карбоксила—COOH). Всѣ нижеслѣдующія соединенія даютъ при окисленіи одну и ту же кислоту, именно: толуолъ, или метилобензолъ, (C^7H^8 или $C^6H^5CH^3$), этилобензолъ, (C^8H^{10} или $C^6H^5C^2H^5$) и амилобензолъ, $C^{11}H^{16}$ даютъ бензойную кислоту, $C^6H^5CO^2H$.

Ксилолъ или диметилобензолъ, $C^6H^4\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}$, изомерный съ этилобензоломъ, даетъ первымъ продуктомъ окисленія одноосновную толуиловую кислоту, $C^6H^4\begin{cases}CO^2H\\CH^3\end{cases}$, которая при дальнѣйшемъ окисленіи переходитъ въ двуосновную терефталевую кислоту, $C^6H^4\begin{cases}CO^2H\\CO^2H\end{cases}$; тѣ же самыя кислоты происходятъ приокисленіи этилотолуола, $C^6H^4\begin{cases}C^2H^5\\C\ H^3\end{cases}$ и двуэтилобензола, $C^6H^4\begin{cases}C^2H^5\\C^2H^5\end{cases}$. Углеродъ отдѣляющійся при этомъ окисленіи отъ углеродистыхъ водородовъ окисляется въ угольный ангидридъ, или въ уксусную кислоту.

Бензолъ, или *бензинъ*, C^6H^6. Бензолъ можетъ быть получаемъ синтетически, прямо изъ своихъ элементовъ. Именно, при нагрѣваніи ацетилена, который, какъ извѣстно, образуется черезъ прямое соединеніе углерода и водорода, до температуры немного низшей краснокалильнаго жара, онъ превращается въ полимерныя видоизмѣненія, между которыми главное есть *триацетиленъ* или бензолъ,

$$3C^2H^2 = C^6H^6.$$

Далѣе бензолъ получается при сухой перегонкѣ многихъ органическихъ веществъ; въ наибольшемъ количествѣ онъ находится въ легкомъ каменноугольномъ маслѣ, изъ котораго почти исключительно и добывается. Нѣкоторыя горныя масла также содержатъ немного бензола. Чистый бензолъ легко получается при перегонкѣ съ известью, бензойной и терефталевой кислотъ:

$$C^6H^5\ CO^2H = C^6H^6 + CO^2$$

$$C^6H^4\begin{cases}CO^2H\\CO^2H\end{cases} = C^6H^6 + CO^2.$$

Бензолъ есть безцвѣтная, весьма подвижная жидкость, сильно преломляющая свѣтъ, и имѣющая особенный эѳирный запахъ; она кипитъ

при 82° и при 4,5° застываетъ въ бѣлую кристаллическую массу. Хлоръ и бромъ легко дѣйствуютъ на бензолъ и образуютъ продукты замѣщенія, причемъ атомы водорода замѣщаются одинъ за другимъ атомами этихъ элементовъ.

Такимъ-образомъ получены слѣдующіе продукты замѣщенія водорода въ бензолѣ хлоромъ:

$$C^6H^5Cl$$
$$C^6H^4Cl^2$$
$$C^6H^3Cl^3$$
$$C^6H^2Cl^4$$
$$C^6H\ Cl^5$$
$$C^6Cl^6.$$

Бензолъ легко растворяется, съ отдѣленіемъ теплоты, въ азотной кислотѣ; при прибавленіи воды къ этому раствору, осаждается *нитробензолъ*, $C^6H^5NO^2$:

$$C^6H^6 + HNO^3 = C^6H^5NO^2 + H^2O.$$

Нитробензолъ есть желтоватая жидкость, имѣющая запахъ горькихъ миндалей и вслѣдствіе этого употребляемая въ парфюмеріи. При нагрѣваніи бензола со смѣсью сѣрной и азотной кислотъ, образуется двунитробензолъ, $C^6H^4(NO^2)^2$, бѣлое, твердое вещество, кристаллизующееся въ иглахъ.

Фенолъ или *карболевая кислота*, C^6H^5OH, есть бѣлое, кристаллизующееся въ длинныхъ иглахъ тѣло; онъ входитъ въ составъ тяжелаго каменноугольнаго масла. Фенолъ плавится при 42° и кипитъ при 184°. Онъ имѣетъ особенный проницательный запахъ и жгучій ѣдкій вкусъ, не даетъ кислой реакціи, но образуетъ съ металлическими окислами подобныя солямъ соединенія и поэтому называется также карболевой кислотой. При дѣйствіи пятихлористаго фосфора онъ даетъ однохлоробензолъ:

$$C^6H^5OH + PCl^5 = C^6H^5Cl + POCl^3 + HCl.$$

Одинъ или въ соединеніи съ известью, фенолъ употребляется какъ предохраняющее отъ гніенія средство, такъ-какъ обладаетъ въ высшей степени свойствомъ препятствовать гніенію и разложенію органическихъ веществъ. Фенолъ встрѣчается часто въ торговлѣ подъ ложнымъ названіемъ *креозота*. Настоящій креозотъ будетъ описанъ ниже.

Тринитрофенолъ, или *пикриновая кислота*, $C^6H^3(NO^2)^3OH$. Концентрированная азотная кислота сильно дѣйствуетъ на фенолъ и за-

мѣщаетъ въ немъ, одинъ, два или нѣсколько атомовъ водорода радикаломъ NO^2. Тринитросоединеніе извѣстно подъ названіемъ пикриновой кислоты; она образуетъ желтые кристаллы, растворима въ водѣ и имѣетъ сильный горькій вкусъ. Кромѣ фенола, многія другія тѣла, принадлежащія къ ароматической группѣ или сходныя по свойствамъ съ тѣлами этой группы, даютъ пикриновую кислоту, какъ окончательный продуктъ дѣйствія на нихъ азотной кислоты. Пикриновая кислота окрашиваетъ въ желтый цвѣтъ шелкъ и шерсть, а потому употребляется въ красильномъ искусствѣ.

Амидобензолъ, или *анилинъ*, $C^6H^5NH^2$. Нитробензолъ при дѣйствіи водорода въ моментъ выдѣленія легко превращается въ анилинъ:

$$C^6H^5NO^2 + 3H^2 = C^6H^5NH^2 + 2H^2O.$$

Чтобы произвести эту реакцію въ небольшомъ видѣ, нагрѣваютъ, вначалѣ слабо, нитробензолъ вмѣстѣ съ оловомъ и соляной кислотой; получается прозрачный растворъ, изъ котораго при прибавленіи щелочи выдѣляется анилинъ въ видѣ маслянистыхъ капель. Фабричнымъ образомъ добываютъ анилинъ, перегоняя нитробензолъ съ желѣзными опилками и уксусной кислотой. Анилинъ находится кромѣ того въ продуктахъ сухой перегонки каменнаго угля. Онъ представляетъ безцвѣтную жидкость, имѣетъ особенный запахъ, удѣльный вѣсъ его при 0° = 1,036, кипитъ при 185°, въ водѣ растворимъ только отчасти, но въ спиртѣ и эѳирѣ растворяется легко. Анилинъ не даетъ щелочной реакціи, но нейтрализуетъ кислоты и даетъ рядъ солей, легко кристаллизующихся. Водородъ содержащійся въ группѣ NH^2, можетъ быть замѣщенъ спиртовыми радикалами; именно анилинъ прямо соединяется, какъ амміакъ, не только съ кислотами, но даже съ іодистыми соединеніями спиртовыхъ радикаловъ, напр. съ іодистымъ этиломъ. Это соединеніе разлагается ѣдкимъ кали, и даетъ сходное съ анилиномъ соединеніе, этиланилинъ, $C^6H^5N\left\{\begin{matrix}H\\C^2H^5\end{matrix}\right.$; въ которомъ второй атомъ водорода тоже можетъ быть замѣщенъ спиртовымъ радикаломъ; полученное такимъ образомъ соединеніе снова соединяется съ іодистымъ этиломъ и даетъ іодистое соединеніе типа аммонія, которое разлагается влажной окисью серебра, причемъ происходитъ основаніе подобное водной окиси тетраэтиламмонія, весьма ѣдкое и не летучее:

Анилинъ $C^6H^5N\left\{\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right.$ Этиланилинъ $C^6H^5N\left\{\begin{matrix}H\\C^2H^5\end{matrix}\right.$

Двуэтиланилинъ $C^6H^5N\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right.$

Водная окись триэтилфениламмонія $\left.\begin{matrix}C^6H^5(C^2H^5)^3N\\H\end{matrix}\right\}O.$

Анилинъ, слѣдовательно, весьма сходенъ съ аминами и потому называется также фениламинъ, т. е. амміакъ, въ которомъ 1 атомъ водорода замѣщенъ одноатомнымъ радикаломъ фениломъ, C^6H^5. Если на мѣсто водорода въ NH^2 становится кислотный радикалъ, то получается анилидъ. Подобно тому, какъ уксусноамміачная соль распадается при нагрѣваніи на воду и ацетамидъ, уксусноанилиновая соль при тѣхъ же обстоятельствахъ разлагается на воду и ацетанилидъ:

Ацетанилидъ.

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5NH^2H\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O + C^6H^5N\left\{\begin{matrix}H\\C^2H^3O.\end{matrix}\right.$$

Анилинъ добывается въ большомъ количествѣ фабричнымъ образомъ и служитъ для приготовленія анилиновыхъ красокъ, которыя имѣютъ обширное примѣненіе въ ситцепечатаніи и крашеніи шелка и шерсти.

Если къ водному раствору анилина прибавить разведеннаго раствора бѣлильной извести, то жидкость принимаетъ великолѣпный пурпуровый цвѣтъ, который чрезъ нѣкоторое время переходитъ въ грязно-красный. Посредствомъ этой реакціи могутъ быть распознаваемы малѣйшіе слѣды анилина. Смѣшиваніемъ анилина съ концентрированною сѣрною кислотою и двухромокаліевою солью, получается прекрасное темно-синее окрашиваніе, которое впрочемъ вскорѣ снова исчезаетъ. Сине-фіолетовое красящее вещество, которое образуется при этой реакціи, добывается въ большихъ размѣрахъ и идетъ въ торговлю подъ именемъ *анилиноваго пурпура*; оно содержитъ азотистое основаніе, называемое *мовеиномъ*. Мовеинъ имѣетъ формулу $C^{27}H^{24}N^4$; это соединеніе до сихъ поръ мало изучено. Это красящее вещество получается при смѣшеніи холодныхъ разведенныхъ растворовъ двухромовокаліевой и сѣрноанилиновой соли, или при кипяченіи раствора сѣрноанилиновой соли съ хлористою мѣдью. Въ обоихъ случаяхъ появляется черный осадокъ, который представляетъ смѣсь различныхъ тѣлъ и содержитъ только небольшой процентъ мовеина. Осадокъ высушивается и краска извлекается спиртомъ. Другія анилиновыя краски будутъ описаны ниже. Возстановленіемъ двунитробензола получается двуамидобензолъ, $C^6H^4(NH^2)^2$, который, какъ и анилинъ, даетъ большое число производныхъ.

Пирокатехинъ, $C^6H^4\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.$. Это соединеніе, представляющее бѣлые

блестящіе кристаллы, стоитъ въ такомъ же отношеніи къ фенолу, какъ этиленовый гликоль къ этиловому спирту. Пирокатехинъ находится въ продуктахъ сухой перегонки катеху (высушенный сокъ отъ *Acacia Catechu*), многихъ смолъ и нѣкоторыхъ древесныхъ породъ. Въ древесномъ деттѣ, кромѣ того содержится настоящій *креозотъ*, безцвѣтная жидкость, изъ котораго можно выдѣлить два соединенія, *гваяколъ*, $C^7H^8O^2$ и *креозолъ*, $C^8H^{10}O^2$; оба тѣла получаются также при сухой перегонкѣ гваяковой смолы. Гваяколъ при нагрѣваніи съ іодистоводородною кислотою, даетъ іодистый метилъ и пирокатехинъ и поэтому онъ имѣетъ составъ метилопирокатехина $C^6H^4\left\{\begin{matrix}OCH^3\\OH\end{matrix}\right.$. Креозолъ при той же реакціи даетъ іодистый метилъ и соединеніе $C^7H^8O^2$, гомологъ пирокатехина.

Толуолъ, $C^6H^5CH^3$. Смѣсь однобромобензола и іодистаго метила, при дѣйствіи натрія, даетъ метилобензолъ:

$$C^6H^5Br + CH^3J + Na^2 = C^6H^5CH^3 + NaBr + NaJ.$$

Метилобензолъ, или толуолъ встрѣчается вмѣстѣ съ бензоломъ въ каменноугольномъ маслѣ и кромѣ того находится въ продуктахъ перегонки дерева, смолы и другихъ веществъ; онъ представляетъ жидкость подобную бензолу, кипитъ при 111° и при—20° еще не застываетъ. При дѣйствіи окисляющихъ веществъ толуолъ даетъ бензойную кислоту; хлоръ превращаетъ его на холоду въ однохлоротолуолъ, $C^6H^4ClCH^3$. При дѣйствіи крѣпкой азотной кислоты, на холоду, толуолъ даетъ нитротолуолъ, $C^6H^4NO^2CH^3$, тѣло весьма сходное съ нитробензоломъ; при кипяченіи образуется твердый двунитротолуолъ, $C^6H^3(NO^2)^2CH^3$. Нитротолуолъ, при дѣйствіи возстановляющихъ веществъ даетъ амидотолуолъ, или толуидинъ, $C^6H^4NH^2CH^3$, кристаллическое вещество, соли котораго весьма хорошо кристаллизуются. Толуидинъ плавится при 40,5° и кипитъ при 198°.

Крезолъ, C^6H^4OH,CH^3. Это вещество весьма сходное съ феноломъ, находится въ тяжеломъ каменноугольномъ маслѣ. Продажная карболевая кислота есть смѣсь фенола и крезола. Крезолъ кипитъ при 203°.

Розанилинъ, $C^{20}H^{19}N^3$. Соли этого основанія даютъ краску, встрѣчающуюся въ торговлѣ подъ именемъ *фуксинъ*. Ее получаютъ окисленіемъ смѣси анилина и толуидина, нагрѣвая эту смѣсь съ мышьяковою кислотою; кромѣ мышьяковой кислоты для этой цѣли могутъ быть употребляемы многія другія легко возстановляемыя соединенія металловъ:

$$C^6H^7N + 2C^7H^9N + O^3 = C^{20}H^{19}N^3 + 3H^2O.$$

Соли розанилина кажутся при падающемъ свѣтѣ зелеными, съ металлическимъ блескомъ, при проходящемъ свѣтѣ красными; онѣ растворяются въ спиртѣ, окрашивая его великолѣпнымъ краснымъ цвѣтомъ. Растворъ этотъ обезцвѣчивается при прибавленіи къ нему ѣдкаго кали или амміака; свободный розанилинъ есть безцвѣтное тѣло и только соли его окрашены, поэтому цвѣтъ снова появляется съ прибавленіемъ кислоты. Розанилинъ, при дѣйствіи возстановляющихъ веществъ, соединяется съ двумя атомами водорода и превращается въ *лейканилинъ*, $C^{20}H^{21}N^3$, основаніе, соли котораго безцвѣтны и легко превращаются при окисленіи снова въ соли розанилина.

Въ розанилинѣ три атома водорода легко замѣщаются спиртовыми радикалами. Соли полученныхъ такимъ образомъ основаній имѣютъ прекрасный сине-фіолетовый цвѣтъ и употребляются въ красильномъ искусствѣ; соли триэтилрозанилина, $C^{20}H^{16}(C^2H^5)^3N^3$, извѣстны подъ названіемъ *фіолетовой краски Гофмана*.

При нагрѣваніи розанилина съ анилиномъ получается розанилинъ, въ которомъ 3 атома водорода замѣщены фениломъ, C^6H^5:

$$C^{20}H^{19}N^3 + 3C^6H^5NH^2 = C^{20}H^{16}(C^6H^5)^3N^3 + 3NH^3.$$

Бензойныя соединенія.

Когда хлоръ дѣйствуетъ на холоду на толуолъ, то образуется хлоротолуолъ, такъ-какъ хлоръ замѣщаетъ водородъ въ остаткѣ бензола; когда же хлоръ пропускается въ кипящій толуолъ, то онъ замѣщаетъ водородъ въ метилѣ и получается хлористый бензилъ, $C^6H^5CH^2Cl$, жидкость, кипящая при 176°, изъ которой двойнымъ разложеніемъ легко можно получить другія бензойныя соединенія. Напр. нагрѣвая ее съ амміакомъ, получаемъ бензиламинъ, $\left.\begin{matrix}C^6H^5CH^2\\H\\H\end{matrix}\right\}N$, который представляетъ сильное основаніе; при нагрѣваніи хлористаго бензола съ уксусной кислотой и уксуснокаліевою солью получается уксусный бензилъ, $\left.\begin{matrix}C^6H^5CH^2\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}O$.

Бензойный спиртъ, $\left.\begin{matrix}C^6H^5CH^2\\H\end{matrix}\right\}O$, есть маслянистая безцвѣтная жидкость, кипящая при 207°; онъ добывается всего лучше изъ масла горькихъ миндалей (бензойнаго алдегида), при дѣйствіи на него амальгамы натрія и воды.

Бензойный алдегидъ, C^6H^5COH, или масло горькихъ миндалей. Бен-

зойный спиртъ при окисленіи превращается въ бензойный алдегидъ, который также образуется при разложеніи амигдалина. Горько-миндальное масло получается при перегонкѣ съ водою горькихъ миндалей, освобожденныхъ отъ жирныхъ маслъ. Оно представляетъ безцвѣтную жидкость, съ сильнымъ запахомъ, кипящую при 180°; масло находящееся въ торговлѣ содержитъ синильную кислоту и потому ядовито. Оно получается далѣе при перегонкѣ смѣси солей муравьиной и бензойной кислотъ: способъ образованія совершенно аналогичный образованію уксуснаго алдегида. Горько-миндальное масло при доступѣ воздуха, или при дѣйствіи окисляющихъ веществъ, переходитъ въ бензойную кислоту.

Бензойная кислота, $C^6H^5CO^2H$. Эта кислота находится готовою въ различныхъ смолахъ, напр. въ бензойной смолѣ (росномъ ладанѣ) и въ мочѣ травоядныхъ животныхъ. Она образуется при окисленіи бензойнаго спирта, горько-миндальнаго масла и всѣхъ происходящихъ отъ бензола углеводородовъ, содержащихъ только одинъ спиртовой радикалъ. Бензойная кислота получается синтетически изъ бензола, если пропускать угольный ангидридъ въ смѣсь іодобензола и натрія:

$$C^6H^5J + Na^2 + CO^2 = C^6H^5CO^2Na + NaJ.$$

Изъ бензойной смолы кислоту получаютъ возгонкой; она кристаллизуется изъ водянаго раствора въ большихъ блестящихъ таблицахъ, плавится при 121°, кипитъ при 250°, и съ водяными парами улетучивается. Большая часть солей бензойной кислоты, легко растворимы въ водѣ и хорошо кристаллизуются; хлористое желѣзо производитъ въ нихъ осадокъ бензойной соли окиси желѣза сизаго цвѣта.

Крѣпкая азотная кислота превращаетъ бензойную кислоту въ нитробензойную, $C^6H^4(NO^2)CO^2H$, которая возстановляющими средствами переводится въ амидобензойную кислоту, $C^6H^4(NH^2)CO^2H$; въ ней, какъ въ бензойной кислотѣ, водородъ можетъ быть замѣщаемъ металломъ, но съ другой стороны она, подобно амидотолуолу, соединяется съ кислотами.

Хлористый бензоилъ, C^6H^5COCl, есть безцвѣтная, дымящаяся на воздухѣ, жидкость, которая получается дѣйствіемъ пятихлористаго фосфора на бензойную кислоту, или нагрѣваніемъ бензола съ хлорокисью углерода:

$$C^6H^6 + COCl^2 = C^6H^5COCl + ClH.$$

Съ водой, подобно всѣмъ кислотнымъ хлорангидридамъ, онъ распадается на соляную и бензойную кислоты.

Перекись бензоила, $\left.\begin{matrix}C^6H^5CO\\ C^6H^5CO\end{matrix}\right\}O^2$, есть твердое кристаллическое вещество, получаемое дѣйствіемъ хлористаго бензоила на двуокись барія; при нагрѣваніи она взрываетъ, какъ перекись ацетила.

Ангидридъ бензойной кислоты $\left.\begin{matrix}C^6H^5CO\\ C^6H^5CO\end{matrix}\right\}O$. Это соединеніе образуется при дѣйствіи хлористаго бензоила на бензойнокаліевую соль:

$$\left.\begin{matrix}C^6H^4CO\\ K\end{matrix}\right\}O + C^6H^5COCl = \left.\begin{matrix}C^6H^5CO\\ C^6H^5CO\end{matrix}\right\}O + KCl.$$

Онъ представляетъ твердое тѣло, которое плавится при 24° и кипитъ при 310°. При нагрѣваніи хлористаго ацетила съ бензойнокаліевою солью, получается смѣшанный ангидридъ: $\left.\begin{matrix}C\,H^3CO\\ C^6H^5CO\end{matrix}\right\}O$.

Гиппуровая кислота, $C^9H^9O^3N$. Гиппуровая кислота находится въ мочѣ травоядныхъ животныхъ; она кристаллизуется въ призмахъ, растворима въ кипящей водѣ и спиртѣ и трудно растворима въ холодной водѣ; при нагрѣваніи гиппуровой кислоты съ кислотами или щелочами, она распадается на бензойную кислоту и гликоколь. Обратно, гиппуровая кислота можетъ быть искусственно добыта изъ бензойной, при нагрѣваніи гликоколеваго цинка съ хлористымъ бензоиломъ. Гиппуровая кислота есть, слѣдовательно, гликоколь, въ которомъ 1 атомъ водорода замѣщенъ одноатомнымъ радикаломъ, бензоиломъ, C^6H^5CO:

$$\left.\begin{matrix}H\\ H\\ \left\{\begin{matrix}CH^2\\ CO^2H\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}N \qquad\qquad \left.\begin{matrix}H\\ C^6H^5CO\\ \left\{\begin{matrix}CH^2\\ CO^2H\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}N.$$

Бензойная кислота, проходя черезъ человѣческій, или животный организмъ, совершенно превращается въ гиппуровую и въ такомъ видѣ выдѣляется съ мочею.

Салициловыя соединенія.

Соединенія этой группы тѣсно примыкаютъ къ соединеніямъ бензила и бензоила, отъ которыхъ они отличаются тѣмъ, что на мѣсто одного атома водорода въ остаткѣ бензола, содержатъ группу OH; поэтому они стоятъ въ такомъ же отношеніи къ фенолу, какъ бензиловыя соединенія къ бензолу.

Салициловый алдегидъ, $C^6H^4\left\{\begin{matrix}OH\\ COH\end{matrix}\right.$. Летучее масло цвѣтовъ *Spiraeae ulmariae*, и другихъ видовъ *Spiraeae*, главнымъ образомъ

состоитъ изъ этого алдегида; онъ образуется также при окисленіи салицина или, лучше сказать, образующагося изъ него, при дѣйствіи кислотъ, салигенина, $C^7H^8O^2$. Салициловый алдегидъ соединяется прямо съ водородомъ и даетъ салигенинъ, который поэтому играетъ роль спирта этого ряда и стоитъ въ близкомъ отношеніи какъ къ бензойному спирту, такъ и къ крезолу:

Бензойный спиртъ. Крезолъ. Салигенинъ.

$$\left.\begin{matrix} C^6H^5CH^2 \\ H \end{matrix}\right\} O. \quad C^6H^4(OH)CH^3. \quad \left.\begin{matrix} C^6H^4(OH)CH^2 \\ H \end{matrix}\right\} O.$$

При окисленіи салициловый алдегидъ даетъ салициловую кислоту.

Салициловая кислота, $C^6H^4\left\{\begin{matrix} OH \\ CO^2H \end{matrix}\right.$. Эта кислота находится вмѣстѣ съ своимъ алдегидомъ въ различныхъ видахъ *Spiraeae* и образуется при окисленіи салицина и т. д. Синтетически ее получаютъ, при пропусканіи угольной кислоты въ смѣсь фенола и натрія:

$$C^6H^5ONa + CO^2 = C^6H^4\left\{\begin{matrix} OH \\ CO^2Na. \end{matrix}\right.$$

Салициловая кислота кристаллизуется въ большихъ четырехгранныхъ призмахъ, при нагрѣваніи она распадается на угольный ангидридъ и фенолъ. Салициловая кислота одноосновна, такъ-какъ содержитъ только одну группу карбоксила, съ другой стороны она подобна фенолу и, слѣдовательно какъ молочная кислота, есть на половину спиртъ, на половину кислота; водородъ воднаго остатка въ ней, какъ и въ самомъ фенолѣ, можетъ замѣщаться металлами. Эѳирное масло *Gaultheriae procumbens* состоитъ изъ метиловаго эѳира этой кислоты, $C^6H^4\left\{\begin{matrix} OH \\ CO^2CH^3 \end{matrix}\right.$.

Галловая кислота, $C^6H^2\left\{\begin{matrix} (OH)^3 \\ CO^2H \end{matrix}\right.$. Объ образованіи этой кислоты изъ таннина, было уже упомянуто; она образуется также при нагрѣваніи двуіодосалициловой кислоты съ ѣдкимъ кали:

$$C^6H^2J^2(OH)CO^2H + 2KOH = 2KJ + C^6H^2(OH)^3CO^2H.$$

Она представляетъ по этому салициловую кислоту, въ которой два атома водорода замѣщены воднымъ остаткомъ; при нагрѣваніи она распадается на угольный ангидридъ и бензолъ, въ которомъ три атома водорода замѣщены тремя паями воднаго остатка, или *пирогалловую кислоту*, $C^6H^3(OH)^3$.

Углеводороды, *ксилолъ* и *кумолъ*, также находятся въ каменноугольномъ маслѣ; синтетически ихъ получаютъ способомъ подобнымъ полученію толуола. Производныя ихъ имѣютъ большое сходство съ производными бензола и толуола; эѳирное масло римской ромашки содержитъ вмѣстѣ съ куминовымъ алдегидомъ углеводородъ цимолъ, $C^{10}H^{14}$, который при окисленіи превращается въ терефталевую кислоту; такъ-какъ онъ по своимъ свойствамъ отличается отъ двуэтилобензола, то долженъ быть метилопропилбензоломъ, $C^6H^4\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix}\right.$.

Индиго. Это важное красящее вещество добывается изъ различныхъ растеній въ особенности изъ принадлежащихъ къ роду Indigofera; для добыванія краски обливаютъ растеніе водою и оставляютъ такъ на нѣкоторое время; при этомъ развивается броженіе и получается желтый растворъ, изъ котораго при дѣйствіи воздуха осаждается индиго. Красящая составная часть индиго есть *индиготинъ* или *синее индиго*, C^8H^5NO, которое получается при возгонкѣ продажнаго индиго въ видѣ маленькихъ, блестящихъ какъ мѣдь, кристалловъ. Оно нерастворимо въ водѣ, спиртѣ и эѳирѣ; въ дымящейся сѣрной кислотѣ растворяется въ темно-синюю жидкость. Въ присутствіи возстановляющихъ веществъ индиго растворяется въ щелочныхъ жидкостяхъ; этотъ растворъ безцвѣтенъ и содержитъ *бѣлое индиго*, $C^{16}H^{12}N^2O^2$. Этимъ свойствомъ индиго пользуются въ красильномъ искусствѣ; въ закрытомъ сосудѣ смѣшиваютъ 1 часть индиго, 2 части желѣзнаго купороса и 3 части гашеной извести съ 200 частями воды и оставляютъ стоять нѣкоторое время. Окрашиваемую ткань погружаютъ въ этотъ растворъ и затѣмъ вывѣшиваютъ на воздухъ, причемъ она синѣетъ, такъ-какъ бѣлое индиго при окисленіи переходитъ въ синее, которое осаждается въ волокнахъ ткани:

$$C^{16}H^{12}N^2O^2 + O = H^2O + 2C^8H^5NO.$$

Индиго при сплавленіи съ ѣдкимъ кали переходитъ въ салициловую кислоту:

$$C^8H^5NO + 4H^2O = C^7H^6O^3 + CO^2 + 2H^2 + NH^3.$$

При умѣренномъ окисленіи синее индиго превращается въ изатинъ, $C^8H^5NO^2$, вещество кристаллизующееся въ большихъ желтыхъ иглахъ, которое при перегонкѣ съ ѣдкимъ кали даетъ анилинъ:

$$C^8H^5NO^2 + 4KOH = C^6H^7N + 2(K^2CO^3) + H^2.$$

Коричная группа.

Стиролъ или *циннамолъ*, C^8H^8. Этотъ углеводородъ заключается въ жидкой стираксовой смолѣ (Stirax liquida) и получается оттуда при перегонкѣ ея съ водой. Стиролъ образуется также вмѣстѣ съ бензоломъ, если сильно нагрѣвать ацетиленъ; его можно разсматривать поэтому какъ четырехацетиленъ:

$$4C^2H^2 = C^8H^8.$$

Стиролъ есть безцвѣтная, сильно преломляющая свѣтъ жидкость, которая имѣетъ запахъ, подобный бензолу и кипитъ при 146°. Обработанный растворомъ хромовой кислоты, онъ окисляется въ бензойную кислоту и его поэтому можно разсматривать какъ бензолъ, въ которомъ 1 атомъ водорода замѣщенъ одноатомною группой C^2H^3. Подобно бензолу, онъ легко даетъ продукты замѣщенія при дѣйствіи хлора, брома и азотной кислоты.

Коричный спиртъ, $\left.\begin{matrix} C^9H^9 \\ H \end{matrix}\right\} O$. Жидкій стираксъ и перуанскій бальзамъ содержитъ кристаллическое вещество стирацинъ, который есть коричный эѳиръ этого спирта и имѣетъ формулу: $\left.\begin{matrix} C^9H^9 \\ C^9H^7O \end{matrix}\right\} O$. При кипяченіи съ крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго кали, эѳиръ этотъ разлагается и получается коричный спиртъ. Онъ представляетъ бѣлыя шелковистыя иглы, которыя плавятся при 33°, кипятъ при 250° и обладаютъ пріятнымъ запахомъ гіацинтовъ. При дѣйствіи окисляющихъ веществъ онъ превращается въ коричный алдегидъ и коричную кислоту.

Коричный алдегидъ, C^9H^8O. Это соединеніе образуетъ главную составную часть эѳирнаго коричнаго масла; въ чистомъ состояніи онъ представляетъ безцвѣтное масло, которое сильно пахнетъ корицей. На воздухѣ коричный алдегидъ окисляется и переходитъ въ коричную кислоту.

Коричная кислота, $\left.\begin{matrix} C^9H^7O \\ H \end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix} C^6H^5 \,.\, C^3H^2O \\ H \end{matrix}\right\} O$. Кислота эта, сходная съ бензойною, встрѣчается въ жидкомъ стираксѣ, въ перуанскомъ бальзамѣ и въ нѣкоторыхъ сортахъ бензойной смолы. Кромѣ вышеприведенныхъ способовъ полученія она происходитъ также при нагрѣваніи хлористаго ацетила съ горько-миндальнымъ масломъ:

$$C^6H^5COH + C^2H^3OCl = \left.\begin{matrix} C^6H^5C^3H^2O \\ H \end{matrix}\right\} O + HCl.$$

Коричная кислота кристаллизуется въ безцвѣтныхъ призмахъ и возгоняется при медленномъ нагрѣваніи. При перегонкѣ съ ѣдкимъ баритомъ, она даетъ стиролъ:

$$C^9H^8O^2 = C^8H^8 + CO^2.$$

Нафталиновая группа.

Нафталинъ, $C^{10}H^8$. Этотъ углеводородъ, въ которомъ атомы углерода еще тѣснѣе расположены между собою, чѣмъ въ бензолѣ, образуется въ большомъ количествѣ при перегонкѣ каменнаго угля и находится поэтому въ тяжеломъ каменноугольномъ маслѣ. Нафталинъ образуется въ большомъ количествѣ изъ бензола, или подобныхъ ему соединеній при пропусканіи паровъ ихъ черезъ до-красна раскаленную трубку; соединенія, которыя относительно бѣдны содержаніемъ углерода, какъ напр. алкооль и уксусная кислота, въ этомъ случаѣ также отчасти превращаются въ нафталинъ. Нафталинъ образуетъ большіе бѣлые кристаллы; онъ плавится при 79,2° и кипитъ при 218 , но возгоняется уже при низшей температурѣ; онъ горитъ сильнымъ коптящимъ пламенемъ. При дѣйствіи концентрированной азотной кислоты, онъ даетъ продукты замѣщенія остаткомъ азотной кислоты и двуосновную фталевую кислоту, которая, какъ изомерная ей терефталевая кислота, при перегонкѣ съ известью распадается на бензолъ и угольный ангидридъ:

$$C^6H^4 \left\{\begin{matrix} CO^2H \\ CO^2H \end{matrix}\right. = 2CO^2 + C^6H^6.$$

При продолжительномъ нагрѣваніи фталевой кислоты съ известью при температурѣ 350°, образуется бензойная кислота:

$$C^6H^4 \left\{\begin{matrix} CO^2H \\ CO^2H \end{matrix}\right. = CO^2 + C^6H^5CO^2H.$$

Нафталинъ даетъ четыре нитропроизводныхъ. Мононитронафталинъ, $C^{10}H^7NO^2$, переходитъ при дѣйствіи возстановляющихъ средствъ въ амидонафталинъ или нафтиламинъ, $C^{10}H^7NH^2$, который кристаллизуется въ длинныхъ иглахъ и обладаетъ особеннымъ непріятнымъ запахомъ. При дѣйствіи окисляющихъ веществъ, онъ подобно анилину окрашивается въ синій или фіолетовый цвѣта.

Нафталиновыя краски до сихъ поръ не нашли себѣ никакого примѣненія, такъ-какъ онѣ много уступаютъ въ чистотѣ анилиновымъ краскамъ. Восемь атомовъ водорода въ нафталинѣ могутъ быть по-

слѣдовательно замѣщены хлоромъ. Но нафталинъ можетъ также соединяться прямо съ хлоромъ и поэтому отъ двухлористаго нафталина, $C^{10}H^8Cl^2$, равно какъ отъ четырехлористаго, $C^{10}H^8Cl^4$, можетъ происходить рядъ продуктовъ замѣщенія, такъ что число хлорныхъ производныхъ нафталина весьма значительно.

Къ нафталиновой группѣ близко стоитъ красящее вещество краппа, *ализаринъ*, $C^{10}H^6O^3$. Это тѣло находится въ корняхъ краппа, въ видѣ глюкозида, называемаго рубіанъ, который распадается при кипяченіи съ кислотами или щелочами, или подъ вліяніемъ броженія, дѣлая ализаринъ свободнымъ. Онъ кристаллизуется въ длинныхъ красновато-желтыхъ иглахъ, въ водѣ трудно растворимъ, въ спиртѣ и эѳирѣ растворяется въ желто-окрашенную жидкость. Ализаринъ соединяется съ металлическими окислами; соединенія его со щелочами, при раствореніи ихъ въ водѣ, окрашиваютъ ее въ пурпуровый цвѣтъ. Съ глиноземомъ и окисью цинка онъ образуетъ нерастворимыя соединенія, красиво окрашенныя въ красный цвѣтъ; соединеніе его съ окисью желѣза фіолетоваго или чернаго цвѣта. Въ ситцепечатаніи растворы этихъ окисловъ употребляются какъ протравы; ихъ наводятъ на ткань въ формѣ желаемаго узора и за тѣмъ послѣ нѣкоторыхъ приготовительныхъ операцій помѣщаютъ ее въ красильный чанъ, содержащій смолотые корни марены въ смѣси съ водой и кипятятъ. Ализаринъ мало по малу переходитъ въ растворъ и осаждается на протравленныхъ мѣстахъ, соединяясь съ окисломъ. На хлопчатой бумагѣ протравленной масломъ и квасцами, ализаринъ производитъ красное окрашиваніе. Горячая разведенная азотная кислота окисляетъ ализаринъ въ щавелевую и фталевую кислоты.

Опыты превращенія нафталина въ ализаринъ до сихъ поръ не дали желаемыхъ результатовъ, но получено однако тѣло изомерное ализарину, которое кристаллизуется въ желтыхъ иглахъ и не даетъ соединеній съ металлическими окислами.

Терпены и камфора.

Къ этой группѣ относится большое число сходныхъ между собою соединеній, которыя всѣ содержатъ въ частицѣ 10 атомовъ углерода. Терпены суть углеводороды; разные виды камфоры всѣ содержатъ кислородъ и по нѣкоторымъ реакціямъ сходны съ одноатомными спир-

тами. Всѣ эти тѣла при окисленіи превращаются въ кислоты. Они занимаютъ средину между жирными тѣлами и ароматическими соединеніями. Часть атомовъ углерода въ нихъ должна быть расположена между собою также какъ въ тѣлахъ ароматическаго ряда, такъ-какъ при нѣкоторыхъ реакціяхъ изъ нихъ происходятъ соединенія этого ряда. Слѣдующая таблица показываетъ связь относящихся сюда соединеній и ихъ отношенія къ сходнымъ съ ними тѣламъ:

$C^{10}H^{20}$ Діамиленъ.	$C^{10}H^{18}$ Камфинъ.	$C^{10}H^{16}$ Терпенъ.	$C^{10}H^{14}$ Цимолъ.
$C^{10}H^{20}O$ Мятный стеароптенъ.	$C^{10}H^{18}O$ Борнеолъ.	$C^{10}H^{16}O$ Комфора.	$C^{10}H^{14}O$ Тимолъ.
	$C^{10}H^{18}O^2$ Камфолевая кислота.	$C^{10}H^{16}O^2$ Камфиновая кислота.	
		$C^{10}H^{16}O^4$ Камфорная кислота.	

Терпены.

Подъ этимъ именемъ соединяется большое число углеводородовъ, которые всѣ имѣютъ общую формулу $C^{10}H^{16}$. Въ химическихъ свойствахъ они выказываютъ большое сходство, но различаются по своствахъ они выказываютъ...

Подъ этимъ именемъ соединяется большое число углеводородовъ, которые всѣ имѣютъ общую формулу $C^{10}H^{16}$. Въ химическихъ свойствахъ они выказываютъ большое сходство, но различаются по своимъ физическимъ свойствамъ, по точкѣ кипѣнія, удѣльному вѣсу и въ особенности замѣчательно разнятся по своимъ оптическимъ свойствамъ. Всѣ они оказываютъ дѣйствіе на поляризованный свѣтъ и отклоняютъ плоскость луча, одни вправо, другіе влѣво, съ значительной разницей въ силѣ отклоненія у различныхъ тѣлъ. По запаху эти углеводороды также представляютъ большое разнообразіе. Впрочемъ раздѣленіе этихъ тѣлъ часто весьма затруднительно по полнѣйшему сходству ихъ въ химическихъ свойствахъ и различію только въ физическихъ. Такого рода изомерію обозначаютъ именемъ *физической изомеріи*. Многіе терпены находятся въ природѣ вполнѣ образованными, въ такъ называемыхъ эѳирныхъ маслахъ.

Терпентинное масло. Всѣ растенія, принадлежащія къ семейству хвойныхъ, богаты содержаніемъ смолъ и летучихъ углеводородовъ. Смолистый сокъ вытекающій изъ деревьевъ представляетъ смѣсь этихъ веществъ, называемую *терпентиномъ*. Перегонкою можно отдѣлить смолу отъ углеводорода, который называется *терпентиннымъ масломъ*. Терпентинное масло, находящееся въ торговлѣ, есть смѣсь различныхъ изомерныхъ углеводородовъ; *обыкновенное терпентинное*

масло добывается главнымъ образомъ изъ смолы *Pinus sylvestris*, *P. nigra* и *P. abies*, а *венеціанское масло* изъ смолы *Pinus larix*. Точнѣе другихъ изслѣдованы два вида терпентиннаго масла, англійское, получаемое изъ американскаго терпентина (*Pinus australis*) и французское (изъ смолы *Pinus maritima*). Послѣднее содержитъ *теребентенъ*, который кипитъ при 161° и отклоняетъ плоскость поляризаціи влѣво. Углеводородъ, заключенный въ американскомъ терпентинномъ маслѣ, называется *аустратеребентенъ*, онъ кипитъ также при 161°, но отклоняетъ плоскость поляризаціи вправо. При нагрѣваніи съ сѣрной, или другими кислотами, эти углеводороды превращаются въ изомерныя видоизмѣненія, которыя частію дѣйствуютъ на поляризованный свѣтъ, частію же нѣтъ; при этомъ по причинѣ соединенія нѣсколькихъ частицъ въ одну, получаются многіе полимерные углеводороды. Различные терпены соединяются съ 1-й или 2-мя частицами хлористаго водорода въ такъ называемые хлорогидраты, которые представляютъ твердыя или жидкія тѣла и по своимъ оптическимъ свойствамъ сходны съ входящими въ составъ ихъ углеводородами. Съ водой они также вступаютъ въ соединеніе, именно въ присутствіи кислотъ; если напр. терпентинное масло смѣшать со спиртомъ и азотной кислотой, то черезъ нѣкоторое время выдѣляются кристаллы *гидрата терпентиннаго масла*, или *терпентинной камфоры*, $C^{16}H^{20}O + H^2O$, которые при нагрѣваніи теряютъ частицу кристаллизаціонной воды и превращаются въ бѣлую кристаллическую массу. На воздухѣ терпентинное масло соединяется съ кислородомъ и превращается въ смолистую массу; при этомъ происходятъ, кромѣ того, муравьиная и уксусная кислоты и угольный ангидридъ. Азотная кислота сильно дѣйствуетъ на терпентинное масло; если кислота крѣпка, то происходитъ даже воспламененіе. При продолжительномъ кипяченіи терпентиннаго масла съ кислотой средней крѣпости, происходятъ многочисленные продукты окисленія, какъ то: жирныя кислоты, камфрезиновая кислота, $C^{10}H^{14}O^7$, и принадлежащая къ ряду ароматическихъ соединеній, терефталевая кислота, $C^8H^6O^4$. Почти всѣ эѳирныя масла содержатъ углеродистые водороды изомерные съ терпентиннымъ масломъ; сюда принадлежитъ лимонное масло, бергамотовое, лавандовое, тминное и т. д., они, по большей части, представляютъ смѣси и содержатъ вмѣстѣ съ углеводородомъ кислородныя соединенія, кислоты, спирты, алдегиды или разные виды камфоры.

Камфора, $C^{10}H^{16}O$.

Обыкновенная камфора получается въ Китаѣ и Японіи изъ растущаго тамъ камфорнаго лавра (*Laurus Camphora*); она образуетъ бѣлую, прозрачную кристаллическую массу, плавится при 175° и кипитъ при 204°. Въ спиртѣ она легко растворяется; этотъ растворъ отклоняетъ поляризованный свѣтъ вправо. При нагрѣваніи камфоры со спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали до 200°, она распадается на *амфиновую кислоту*, $C^{10}H^{16}O^2$ и *борнеолъ*, $C^{10}H^{18}O$:

$$2C^{10}H^{16}O + H^2O = C^{10}H^{16}O^2 + C^{10}H^{18}O.$$

Борнеолъ встрѣчается также въ растительномъ царствѣ въ одномъ изъ деревьевъ, растущихъ на Борнео и Суматрѣ (*Dryobalanops Camphora*). Борнеолъ имѣетъ запахъ, похожій на перецъ, образуетъ небольшіе кристаллы и во многихъ реакціяхъ сходенъ съ одноатомнымъ спиртомъ, такъ напр. съ кислотами онъ даетъ эѳиры.

При нагрѣваніи обыкновенной камфоры съ натронною известью, происходитъ *камфолевая кислота*, $C^{10}H^{16}O^2$; при дѣйствіи азотной кислоты она превращается въ *камфорную кислоту*, $C^{10}H^{16}O^4$. Подобно терпентинному маслу камфора существуетъ во многихъ изомерныхъ видоизмѣненіяхъ, которыя различаются по своимъ оптическимъ свойствамъ; при окисленіи они даютъ камфорную кислоту, обладающую тѣми же свойствами.

Смолы и бальзамы.

Весьма многія летучія масла, соединяясь съ кислородомъ, превращаются въ болѣе или менѣе твердыя соединенія, которыя называются *смолами*, или, если въ нихъ сохранилась еще примѣсь летучаго масла—*бальзамами*. Они не находятся въ простыхъ отношеніяхъ къ углеводородамъ, изъ которыхъ произошли, такъ-какъ при окисленіи нѣкоторая часть углерода выдѣляется въ формѣ угольнаго ангидрида или летучихъ кислотъ. Соединенія эти еще мало изслѣдованы; лучше другихъ извѣстна канифоль, которая образуетъ твердую составную часть многихъ терпентиновъ. Она состоитъ изъ *ангидрида абіэтиновой кислоты*, $C^{44}H^{62}O^4$, который соединяясь съ водою, легко переходитъ въ *абіэтиновую кислоту*, $C^{44}H^{64}O^5$; она кристаллизуется изъ спирта въ бѣлыхъ блестящихъ иглахъ и находится готовою въ сосновой смолѣ.

Каучукъ и гуттаперча.

Эти два вещества суть углеводороды, имѣющіе одинаковый составъ

съ терпентиннымъ масломъ; они весьма мало еще изслѣдованы. Каучукъ есть высохшій млечный сокъ многихъ тропическихъ деревьевъ (*Ficus elastica*, *Iatropha elastica*, *Siphonia cahuca* и т. д.). Въ чистомъ состояніи онъ бѣлъ и прозраченъ. Онъ нерастворимъ въ водѣ; въ терпентинномъ маслѣ и сѣрнистомъ углеродѣ онъ сначала разбухаетъ и затѣмъ растворяется. Каучукъ находитъ обширное примѣненіе въ приготовленіи непромокаемыхъ матерій, трубокъ, тканей и т. д., и для химика составляетъ весьма важное вещество. Его полезныя качества еще возвышаются посредствомъ такъ называемаго *вулканизированія*; оно состоитъ въ томъ, что каучукъ тѣсно смѣшивается съ сѣрой и нагрѣвается. Вулканизированный каучукъ содержитъ отъ 2 до 3% сѣры; онъ гораздо эластичнѣе обыкновеннаго. Соединяя его съ большимъ количествомъ сѣры, получаютъ твердую, роговидную массу, называемую *эбонидъ* или *вулканидъ*. Она употребляется вмѣсто рога для приготовленія гребенокъ и подобныхъ предметовъ. *Гуттаперча* есть также высохшій млечный сокъ одного дерева, распространеннаго въ Остъ-Индіи (*Isonandra Gutta*). При обыкновенной температурѣ она тверда и роговидна, но при нагрѣваніи становится мягкою и легко принимаетъ всякую желаемую форму. Чистая гуттаперча бѣла, она растворяется легко въ хлороформѣ и сѣрнистомъ углеродѣ.

Алкалоиды.

Этимъ именемъ обозначаютъ группу азотистыхъ соединеній, съ основными свойствами; эти соединенія встрѣчаются во многихъ растеніяхъ. Нѣкоторыя изъ нихъ, кромѣ азота, содержатъ только углеродъ и водородъ; такія соединенія летучи и принадлежатъ къ аминнымъ основаніямъ. Содержащія кромѣ этихъ элементовъ еще кислородъ, имѣютъ обыкновенно значительный частичный вѣсъ и тоже соединяются, подобно амміаку, прямо съ кислотами, напримѣръ:

$NH^3 + HCl = NH^4Cl$ или NH^3HCl

Морфинъ $C^{17}H^{19}NO^3 + HCl = C^{17}H^{20}NO^3Cl$ или

$C^{17}H^{19}NO^3HCl$ хлористоводородный морфинъ.

Хлористоводородныя соединенія этихъ тѣлъ даютъ кристаллическія двойныя соли съ хлористой платиной, совершенно также, какъ амміакъ и амины. Ни одинъ изъ этихъ алкалоидовъ до сихъ поръ не былъ еще полученъ искусственно и отношенія ихъ къ другимъ группамъ тѣлъ еще мало изслѣдованы. Многіе изъ нихъ, какъ стрихнинъ и никотинъ принадлежатъ къ сильнѣйшимъ ядамъ, другіе

же, какъ морфинъ и хининъ служатъ важными врачебными средствами.

---

1. Алкалоиды не содержащіе кислорода.

Пиперидинъ, $\left.\begin{matrix}\overset{II}{C^5H^{10}}\\ H\end{matrix}\right\}N$. Черный перецъ содержитъ твердый алкалоидъ, содержащій кислородъ, пиперинъ, $C^{17}H^{19}NO^3$; онъ распадается при кипяченіи со спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали на пиперидинъ и *пипериновую кислоту*, $C^{12}H^{10}O^4$:

$$C^{17}H^{19}NO^3 + H^2O = C^5H^{11}N + C^{12}H^{10}O^4.$$

Пиперидинъ есть безцвѣтная жидкость, кипящая при 106° и имѣющая запахъ перца и амміака. Въ немъ содержится 1 атомъ водорода, способный замѣщаться спиртовыми радикалами; полученный такимъ образомъ продуктъ замѣщенія соединяется съ іодангидридами спиртовъ въ соединеніе соотвѣтствующее іодистому аммонію.

Коніинъ, $\left.\begin{matrix}\overset{II}{C^8H^{14}}\\ H\end{matrix}\right\}N$, находится въ растеніяхъ и преимущественно въ сѣменахъ болиголова (*Conium maculatum*). Онъ есть безцвѣтная, маслянистая жидкость, кипящая при 212°, проницательнаго, непріятнаго запаха. Окисляющія вещества превращаютъ его въ масляную кислоту. Коніинъ есть амміакъ, въ которомъ два атома водорода замѣщены двуатомнымъ радикаломъ C^8H^{14}. Этотъ углеводородъ, конилемъ, былъ полученъ отдѣльно; онъ имѣетъ большое сходство съ углеводородами группы ацетилена и подобно имъ прямо соединяется съ бромомъ Водородъ въ коніинѣ можетъ быть легко замѣщенъ спиртовымъ радикаломъ; сѣмена болиголова содержатъ обыкновенно вмѣстѣ съ коніиномъ также метилконіинъ, $\left.\begin{matrix}C^8H^{14}\\ CH^3\end{matrix}\right\}N$. Кромѣ коніина, въ сѣменахъ болиголова содержится еще другой алкалоидъ *конидринъ*, $\left.\begin{matrix}C^8H^{16}O\\ H\end{matrix}\right\}N$, который при нагрѣваніи съ пятихлористымъ фосфоромъ распадается на воду и коніинъ Коніинъ представляетъ весьма сильный ядъ.

Никотинъ, $\left.\begin{matrix}\overset{III}{C^5H^7}\\ \overset{III}{C^5H^7}\end{matrix}\right\}N^2$. Никотинъ встрѣчается во всѣхъ сортахъ та-

бака въ различныхъ пропорціяхъ, (отъ 2 до 8%). Гаванскій табакъ содержитъ обыкновенно менѣе 2% никотина. Онъ представляетъ безцвѣтное масло проницательнаго табачнаго запаха и кипитъ при 240°, отчасти разлагаясь. Въ атмосферѣ водорода онъ перегоняется не разлагаясь. Никотинъ легко растворяется въ водѣ, спиртѣ и эѳирѣ; онъ представляетъ одинъ изъ сильнѣйшихъ ядовъ. Въ малѣйшихъ дозахъ онъ уже дѣйствуетъ на нервы движенія и вызываетъ конвульсіи и затѣмъ параличь. Никотинъ не заключаетъ въ себѣ ни одного атома водорода способнаго къ замѣщенію и соединяется прямо съ іодистымъ этиломъ въ іодистый этилникотинъ:

$$\left.\begin{matrix}C^5H^7\\C^5H^7\end{matrix}\right\}N^2 + 2C^2H^5J = (C^5H^7)^2(C^2H^5)^2N^2J^2.$$

Это іодистое соединеніе разлагается влажною окисью серебра и образуетъ водную окись этилникотина, растворъ которой представляетъ очень ѣдкую и щелочную жидкость.

---

2. Алкалоиды, содержащіе кислородъ.

Алкалоиды опіума.

Опіумъ есть высохшій млечный сокъ сѣменныхъ головокъ мака (*Papaver somniferum*). Онъ приготовляется въ большихъ количествахъ въ Малой Азіи, Турціи, Египтѣ и Индіи.

Лучшій опіумъ есть смирнскій, содержащій отъ 10—15% морфина. Опіумъ содержитъ до шести различныхъ алкалоидовъ, изъ которыхъ морфинъ и никотинъ въ наибольшихъ количествахъ.

Алкалоиды эти суть:

Морфинъ,	$C^{17}H^{19}NO^3$.	Папаверинъ,	$C^{20}H^{21}NO^4$.
Кодеинъ,	$C^{18}H^{21}NO^3$.	Наркотинъ,	$C^{22}H^{23}NO^7$.
Тебаинъ,	$C^{19}H^{21}NO^3$.	Нарцеинъ,	$C^{23}H^{29}NO^9$.

Кромѣ того опіумъ содержитъ нейтральное соединеніе меконинъ, $C^{10}H^{10}O^4$, меконовую кислоту, $C^7H^4O^7$, съ которою соединены алкалоиды и кромѣ того различныя другія вещества. Составъ этихъ алкалоидовъ указываетъ на ихъ сходство между собою, но до сихъ поръ неудалось однако получить ихъ одинъ изъ другаго. Опіумъ есть весьма извѣстное врачебное средство, въ малыхъ дозахъ онъ дѣйствуетъ успокоительно, уничтожаетъ спазмы и ускоряетъ пульсъ и сокращенія сердца. Въ большихъ количествахъ онъ дѣйствуетъ, какъ нарко-

тическій ядъ и производитъ полное прекращеніе всѣхъ произвольныхъ движеній, за которымъ слѣдуетъ безчувственность и, наконецъ, смерть. Самое сильное дѣйствіе изъ алкалоидовъ производитъ тебаинъ, за нимъ слѣдуетъ папаверинъ, наркотинъ, кодеинъ и морфинъ.

Морфинъ, $C^{17}H^{19}NO^3 + H^2O$. Для добыванія морфина опіумъ обработываютъ нѣсколько разъ водой и осаждаютъ изъ раствора меконовую кислоту хлористымъ кальціемъ; при выпариваніи процѣженной жидкости выдѣляются кристаллы хлористоводороднаго морфина, который разлагаютъ амміакомъ. Морфинъ кристаллизуется въ небольшихъ ромбическихъ призмахъ и имѣетъ сильно горькій вкусъ; въ спиртѣ онъ легко растворимъ, въ эѳирѣ нерастворимъ; онъ растворяется въ 1000 частяхъ холодной и въ 400 частяхъ кипящей воды. Соли морфина всѣ кристаллизуются и растворимы въ водѣ; онъ не содержитъ ни одного атома водорода способнаго замѣщаться спиртовыми радикалами, но прямо соединяется съ іодистымъ этиломъ въ іодистый этилморфинъ. Присутствіе даже небольшаго количества морфина легко открыть, приливая къ раствору его двутреххлористаго желѣза, которое производитъ густое синее окрашиваніе.

Кодеинъ, $C^{18}H^{21}NO^3 + H^2O$. Этотъ алкалоидъ остается въ маточномъ растворѣ морфина; онъ болѣе растворимъ въ водѣ, чѣмъ послѣдній; растворъ его имѣетъ сильно щелочную реакцію. Кодеинъ образуетъ большіе содержащіе воду кристаллы.

Тебаинъ, $C^{19}H^{21}NO^3$, находится въ опіи только въ весьма маломъ количествѣ. Онъ весьма сильный ядъ и уже въ малыхъ дозахъ производитъ оцѣпененіе.

Папаверинъ, $C^{20}H^{21}NO^4$, имѣетъ слабую щелочную реакцію; отъ прочихъ алкалоидовъ отличается тѣмъ, что съ концентрированной сѣрной кислотой даетъ синее окрашиваніе.

Наркотинъ, $C^{20}H^{23}NO^7$. Наркотинъ находится въ остаткѣ, полученномъ послѣ обработыванія опіума водой, откуда его извлекаютъ соляной кислотой. Онъ нерастворимъ въ водѣ, трудно растворимъ въ спиртѣ, но легко растворяется въ эѳирѣ. При нагрѣваніи съ ѣдкимъ кали онъ даетъ амміакъ, метиламинъ и триметиламинъ. При кипяченіи съ іодистоводородной кислотой, онъ распадается на 3 частицы іодистаго метила и новое основаніе норнаркотинъ, $C^{19}H^{17}NO^7$. Наркотинъ содержитъ поэтому три раза группу, CH^3.

$$C^{19}H^{14}(CH^3)^3NO^7 + 3HJ = C^{19}H^{17}NO^7 + 3CH^3J.$$

Алкалоиды чѣлибухи.

Сѣмена *Strychnos Nux vomica*, и *Strychnos Ignatius*, содержатъ два весьма ядовитые алкалоида — стрихнинъ и бруцинъ.

Стрихнинъ, $C^{21}H^{22}N^2O^2$, образуетъ маленькіе ромбическіе кристаллы, имѣетъ чрезвычайно горькій вкусъ и мало растворимъ въ водѣ. Онъ представляетъ сильный ядъ, который дѣйствуетъ главнымъ образомъ на спинной мозгъ и производитъ сильныя сокращенія мышцъ и оцѣпененіе. Въ малыхъ количествахъ онъ дается внутрь какъ лекарство. Соли его кристаллизуются и растворимы въ водѣ, на вкусъ онѣ отвратительно-горьки.

Стрихнинъ заключается преимущественно въ бобахъ *Strychnos Ignatius*, которые содержатъ его около $1\frac{1}{2}\%$. Малѣйшіе слѣды стрихнина легко могутъ быть открыты, потому что въ соприкосновеніи съ крѣпкою сѣрною кислотою и двухромокаліевою солью онъ даетъ сильно окрашенный пурпуровый растворъ, который черезъ нѣкоторое время переходитъ въ красный и затѣмъ въ желтый. Съ іодистыми соединеніями спиртовыхъ радикаловъ, стрихнинъ даетъ соединеніе аналогичное іодистому аммонію.

Бруцинъ, $C^{23}H^{26}N^2O^4 + 4H^2O$. Этотъ алкалоидъ встрѣчается вмѣстѣ съ стрихниномъ въ сѣменахъ *Strychnos nux vomica*, но находится и въ корѣ этого дерева. Бруцинъ легче растворяется въ водѣ и спиртѣ, чѣмъ стрихнинъ и менѣе ядовитъ. Въ прикосновеніи съ азотной кислотой онъ окрашивается въ яркій красный цвѣтъ. Эта реакція такъ чувствительна, что малѣйшія количества азотной кислоты могутъ быть легко открываемы бруциномъ.

Въ курарѣ или индѣйскомъ ядѣ для стрѣлъ, который изготовляется изъ млечнаго сока растеній принадлежащихъ къ роду *Strychnos*, содержится особенный алкалоидъ *курарииъ*, $C^{10}H^{15}N$. Онъ образуетъ бѣлые кристаллы и имѣетъ сильно горькій вкусъ. Одинъ миллиграмъ его, введенный въ водномъ растворѣ подъ кожу кролика, быстро его умерщвляетъ.

Алкалоиды хины.

Кора хиннаго дерева (*Cinchona*), отечество котораго въ Южной Америкѣ на склонахъ Андовъ, но которое разводится въ настоящее время въ Остъ-Индіи и Явѣ, содержитъ два алкалоида — *хининъ* и *цинхонинъ*. Каждый изъ нихъ даетъ два изомерныхъ видоизмѣненія; это изомерное превращеніе происходитъ, кажется, само собою въ корѣ, при высушиваніи. Алкалоиды эти въ корѣ соединены съ особенной кислотой, названной *хинной*, $C^7H^{12}O^6$.

Хининъ, $C^{20}H^{24}N^2O^2$. Сѣрнокислая соль хинина добывается въ большихъ размѣрахъ и находитъ примѣненіе въ медицинѣ, какъ весьма важное средство, особенно противъ перемежающейся лихорадки. Изъ раствора ея щелочи осаждаютъ чистый хининъ въ видѣ бѣлаго кристаллическаго осадка; онъ растворяется въ 350 частяхъ холодной воды и въ двухъ частяхъ спирта. Растворъ весьма горькаго вкуса и отклоняетъ плоскость поляризаціи влѣво; при прибавленіи къ нему хлорной воды и избытка аммiака, получается жидкость зеленаго цвѣта. Если вмѣсто аммiака употребить измельченный желѣзосинеродистый калій, то произойдетъ темно-красное окрашиваніе. Въ хининѣ не содержится водорода, способнаго замѣщаться; съ іодистыми соединеніями спиртовыхъ радикаловъ онъ даетъ тѣла аналогичныя соединеніямъ аммонія. Сѣрнохинная соль мало растворима въ водѣ, но растворенiе происходитъ легко, если предварительно прибавить нѣсколько капель сѣрной кислоты. Растворъ обладаетъ въ высокой степени свойствомъ флуоресценціи.

Хинидинъ и *хиницинъ*. Первое изъ этихъ двухъ изомерныхъ хинину видоизмѣненій остается въ маточномъ растворѣ при добываніи сѣрнохинной соли, оно имѣетъ большое сходство съ хининомъ и дѣйствуетъ подобно ему противъ лихорадки, но отклоняетъ плоскость поляризаціи вправо. Хиницинъ образуется изъ хинина при нагрѣваніи; онъ представляетъ полужидкое, смолистое вещество, слабо отклоняющее вправо поляризованный свѣтъ.

Цинхонинъ, $C^{20}H^{24}N^2O$. Этотъ алкалоидъ, встрѣчающійся всегда вмѣстѣ съ хининомъ, можетъ быть легко отдѣленъ отъ послѣдняго, такъ-какъ онъ мало растворимъ въ спиртѣ (1 часть его требуетъ 30 частей горячаго спирта) и почти нерастворимъ въ эѳирѣ. Онъ кристаллизуется въ безцвѣтныхъ иглахъ; растворъ его отклоняетъ плоскость поляризаціи вправо. Цинхонинъ есть слабое противолихорадочное средство и потому мало употребляется въ медицинѣ. Въ соприкосновеніи съ бромомъ на холоду образуется бромоцинхонинъ, $C^{20}H^{23}BrN^2O$, который, обработанный ѣдкимъ кали, превращается въ оксицинхонинъ, $C^{20}H^{24}N^2O^2$; это соединеніе, изомерное хинину, значительно однако отличается отъ него своими свойствами. Цинхонинъ не даетъ никакого окрашиванія съ хлорной водой и аммiакомъ. Соли его соотвѣтствуютъ солямъ хинина, но легче растворяются въ водѣ и спиртѣ.

Цинхонидинъ и *цинхоницинъ* суть два основанія изомерныя цин-

хонину. Первый, вмѣстѣ съ хинидиномъ, заключается въ смолистомъ остаткѣ (хиноидинъ) остающемся при добываніи хинина и цинхонина; онъ отклоняетъ поляризованный свѣтъ влѣво, тогда какъ цинхоницинъ, получающійся при нагрѣваніи сѣрноцинхониновой соли до 120—130° отклоняетъ его слабо вправо.

Теоброминъ и кофеинъ.

Теоброминъ, $C^7H^8N^4O^2$, заключается въ бобахъ какао (*Theobroma Cacao*); онъ представляетъ бѣлый кристаллическій порошокъ, и обладаетъ слабыми основными свойствами; соли его разлагаются даже водой. Онъ растворимъ въ амміакѣ; при прибавленіи къ этому раствору азотносеребряной соли, получается осадокъ теоброминоваго серебра, $C^7H^7AgN^4O^2$, которое при нагрѣваніи съ іодистымъ метиломъ даетъ іодистое серебро и метилтеоброминъ или кофеинъ.

Кофеинъ, или *метилтеоброминъ*, $C^7H^7(CH^3)N^4O^2 + H^2O$. Этотъ алкалоидъ находится въ листьяхъ и сѣменахъ кофейнаго дерева (1%), въ чаѣ (2%), въ парагвайскомъ чаѣ (листьяхъ *Ilex paraguayenis*, отъ 1—2%) и въ гуарана (5%) подобной какао массѣ, которая приготовляется изъ плодовъ *Paulinia sorbilis*. Кофеинъ образуетъ длинныя, безцвѣтныя иглы и рядъ хорошо кристаллизующихся солей, которыя отчасти разлагаются водой, съ выдѣленіемъ кислоты.

Кофеинъ и теоброминъ находится въ близкомъ отношеніи къ мочевой кислотѣ и креатинину. Мочевая кислота даетъ при окисленіи парабановую кислоту (см. стр. 309), креатининъ даетъ метилопарабановую кислоту, а кофеинъ диметилопарабановую кислоту или холестрофанъ, $\left.\begin{matrix} C^2O^2 \\ CO \\ (CH^3)^2 \end{matrix}\right\} N^2$.

Бѣлковыя тѣла.

Бѣлковыми или протеиновыми тѣлами называется группа особенныхъ соединеній, которыя образуютъ важную и существенную составную часть животныхъ организмовъ и также распространены въ растительномъ царствѣ, гдѣ они содержатся преимущественно въ сѣменахъ. Строеніе этихъ соединеній, обладающихъ большимъ молекулярнымъ вѣсомъ, еще не разъяснено, такъ-какъ изученіе ихъ представляетъ большія затрудненія. Они не кристаллизуются, не летучи весьма трудно соединяются съ другими тѣлами, легко разлагаются

и приходятъ въ гніеніе. Всѣ они содержатъ углеродъ, водородъ, кислородъ и сѣру; нѣкоторыя также фосфоръ. Въ своихъ свойствахъ и составѣ они очень сходны; всѣ почти являются въ двухъ изомерныхъ видоизмѣненіяхъ — одномъ растворимомъ въ водѣ, другомъ нерастворимомъ.

Албуминъ находится въ относительно чистомъ состояніи въ яичномъ бѣлкѣ и содержится въ большей части жидкостей организма, особенно въ кровяной сывороткѣ. Въ чистомъ видѣ его получаютъ, прибавляя къ раствору яичнаго бѣлка уксусной кислоты; при этомъ албуминъ осаждается въ видѣ клочьевъ. Высушенный, онъ образуетъ желтую, прозрачную, камедеобразную массу, которая въ прикосновеніи съ водой не растворяется, но распадается въ бѣлый порошокъ; при прибавленіи къ водѣ небольшаго количества щелочи, албуминъ растворяется. При нагрѣваніи бѣлка до 65°, онъ свертывается и превращается въ твердую бѣлую, непрозрачную массу, которая нерастворима въ водѣ, но растворяется въ разведенныхъ щелочахъ.

Фибринъ содержится въ растворѣ въ крови, но быстро свертывается внѣ организма; его получаютъ въ чистомъ видѣ, промывая свернувшуюся кровь водою до тѣхъ поръ, пока совершенно исчезнетъ ее красный цвѣтъ или сбивая метелкой охлаждающуюся кровь и промывая водой волокнистую массу, осѣвшую на метелкѣ. Фибринъ безцвѣтенъ, не имѣетъ вкуса и нерастворимъ въ водѣ. При высушиваніи образуетъ роговидную массу, подобную албумину.

Мышечныя волокна состоятъ изъ вещества, подобнаго фибрину, которое впрочемъ въ своихъ свойствахъ, нѣсколько отличается отъ кровянаго фибрина. Фибринъ артеріальной крови, кажется, также отличается отъ фибрина венозной.

Казеинъ заключается въ молокѣ и осаждается изъ него кислотами въ видѣ творожистой массы. Онъ нерастворимъ въ чистой водѣ, но легко растворяется въ щелочной. Отъ бѣлка онъ отличается тѣмъ, что не свертывается при нагрѣваніи. Прибавляя къ молоку нѣсколько капель соляной кислоты, или сычуга (слизистая оболочка телячьяго желудка) получается осадокъ казеина въ видѣ клочковатой массы, которая осаждается вмѣстѣ съ масломъ; свѣтлый растворъ, такъ называемая сыворотка, содержитъ молочный сахаръ и соли заключавшіяся въ молокѣ.

Бѣлковыя тѣла растительнаго царства, весьма сходны съ бѣлковыми тѣлами животнаго царства. *Клейковина* получается всего лучше изъ пшеничной муки, которую до тѣхъ поръ прожимаютъ въ полотнѣ

подъ водою, пока не выдѣлятъ прожиманіемъ всего крахмала; она образуетъ сѣрую тягучую массу и состоитъ изъ двухъ различныхъ веществъ, которыя называются *растительнымъ клеемъ* и *растительнымъ фибриномъ*. *Растительный албуминъ* содержится въ растворѣ большей части растительныхъ соковъ, изъ которыхъ онъ выдѣляется при кипяченіи. *Растительный казеинъ* или легуминъ встрѣчается главнымъ образомъ въ сѣменахъ стручковыхъ плодовъ. Онъ растворимъ въ водѣ, растворъ не свертывается при кипяченіи, но кислотами осаждается.

До сихъ поръ неудалось установить формулы бѣлковыхъ веществъ; составъ ихъ виденъ изъ слѣдующей таблицы:

	Албуминъ.	Фибринъ.	Казеинъ.
Углерода.	53,5	52,7	53,8
Водорода.	7,0	6,9	7,2
Азота.	15,5	15,4	15,6
Кислорода.	22,0	23,5	22,5
Сѣры.	1,6	1,2	0,9
Фосфора.	0,4	0,3	0,0
	100,0	100,0	100,0

Клей и *хондринъ*. Эти два вещества не содержатся въ животномъ организмѣ готовыми, но получаются кипяченіемъ съ водою различныхъ тканей; клей преимущественно изъ костей, сухожилій, пузыря осетровыхъ рыбъ (рыбьяго клея) и т. д., а хондринъ, тѣло весьма подобное клею — изъ хрящей; оба растворяются въ кипящей водѣ; при охлажденіи растворъ застываетъ въ студень; составъ ихъ весьма близокъ къ составу бѣлковыхъ тѣлъ, и одинаковъ съ составомъ ткани, изъ которой они добыты.

Одна изъ важнѣйшихъ отраслей химіи есть *физіологическая химія*, предметъ которой—изслѣдованіе измѣненій происходящихъ въ живомъ организмѣ. Къ сожалѣнію, наши познанія въ этой отрасли химіи весьма ограничены; многія вещества, встрѣчающіяся въ организмѣ, едва извѣстны намъ по составу, химическое же строеніе ихъ еще неизвѣстно и во многихъ случаяхъ мы ничего не знаемъ о химическихъ процессахъ, происходящихъ въ различныхъ органахъ животнаго тѣла.

Кости животныхъ состоятъ главнымъ образомъ изъ трехфосфорнокальціевой соли и клей дающаго вещества. При обработываніи костей соляной кислотой, фосфорная соль растворяется, а органическое вещество остается въ видѣ прозрачной студенистой массы,

сохраняя форму кости. При сожиганіи костей остаются неорганическія составныя ихъ части (костяной пепелъ).

Количество отдѣльныхъ составныхъ частей въ различныхъ костяхъ, различно; приблизительно ихъ составъ слѣдующій:

Клей дающаго вещества.	33
Трехфосфорнокальціевой соли. .	57
Углекальціевой соли.	8
Фтористаго кальція.	1
Фосфорномагніевой соли.	1
	100

Кровь подъ микроскопомъ является въ видѣ безцвѣтной жидкости, въ которой плаваетъ большое количество маленькихъ круглыхъ или продолговатыхъ красныхъ тѣлъ, *кровяныхъ шариковъ*. Величина и форма ихъ видоизмѣняются у различныхъ животныхъ; у человѣка они имѣютъ діаметръ 0,0075 мм., въ крови лягушки они вчетверо больше. Когда свертывается фибринъ, то захватываетъ съ собою и эти кровяные шарики.

Кровь здороваго человѣка имѣетъ среднимъ числомъ удѣльный вѣсъ 1,055 и слѣдующій составъ:

Кровяной свертокъ.	Кровяныхъ шариковъ.	0,30	13,0
	Фибрина.	12,70	
Кровяная сыворотка.	Албумина. . .	7,00	87,0
	Жира.	0,06	
	Солей.	0,94	
	Воды.	79,00	
		100,00	

Красный цвѣтъ кровяныхъ шариковъ зависитъ отъ особеннаго соединенія, называемаго *гематинъ*. Онъ содержитъ вмѣстѣ съ углеродомъ, водородомъ, азотомъ, и кислородомъ также 7% желѣза. Разведенная сѣрная кислота извлекаетъ изъ кровяныхъ шариковъ желѣзо причемъ красный цвѣтъ ихъ не измѣняется. Кровь позвоночныхъ животныхъ всегда теплѣе средней температуры той среды, въ которой животное живетъ. Животная теплота особенно значительна у млекопитающихъ и птицъ. Она различна у различныхъ животныхъ, но у одинаковыхъ породъ замѣчательно постоянна, независимо отъ климата. Температура крови человѣка равна 36,9°, а птицъ 42,8°.

Посредствомъ кровеобращенія не только доставляются тѣлу всѣ

вещества необходимыя для его роста и возобновленія истраченныхъ тканей, но также выдѣляются изъ организма продукты обратнаго образованія. Кровь содержитъ газы въ растворѣ, именно азотъ, угольный ангидридъ и кислородъ.

Артеріальная кровь, которая въ легкихъ насыщается кислородомъ, содержитъ во 100 объемахъ 14,5 объемовъ азота, 62,3 угольнаго ангидрида и 23,2 кислорода. Въ венозной крови, которая уноситъ продукты окисленія ткани, заключаются 13,1 об. азота, 71,6 угольнаго ангидрида и 15,3 кислорода.

Мозгъ содержитъ значительное количество вещества содержащаго фосфоръ, которое называется *протагонъ*. Анализъ его приводитъ къ формулѣ $C^{116}H^{241}N^{4}PO^{22}$. Протагонъ кристаллизуется въ микроскопическихъ иглахъ и разлагается чрезвычайно легко. Между продуктами разложенія его находили глицеринофосфорную кислоту, многія жирныя кислоты и аммiачное основаніе, *невринъ*, или водную окись триметилоксатиламмонія, $\left.\begin{matrix} N(CH^3)^3,\ C^2H^4OH \\ H \end{matrix}\right\} O.$

Желчь есть жидкое выдѣленіе, которое собирается въ желчномъ пузырѣ и оттуда изливается въ верхнюю часть кишечнаго канала; она содержитъ преимущественно натріевыя соли двухъ азотъ содержащихъ кислотъ, *гликохолевой* $C^{26}H^{43}NO^{6}$, и *таурохолевой*, $C^{26}H^{45}NSO^{7}$. При кипяченіи таурохолевой кислоты со щелочами, она распадается на *холевую кислоту*, $C^{24}H^{40}O^{5}$, и *тауринъ*, $C^{2}H^{7}NSO^{3}$.

Тауринъ, который былъ также найденъ въ кишечномъ каналѣ, въ легкихъ, почкахъ и другихъ органахъ, *есть амидъ изетіоновой кислоты*, $\left.\begin{matrix} C^2H^4 \\ SO^2 \end{matrix}\right\}\begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix}$, которая получается при дѣйствіи трехокиси сѣры на этиленъ. Искусственно получаютъ тауринъ при нагрѣваніи аммiачной соли изетіоновой кислоты. Раціональная формула его

$$\left.\begin{matrix} C^2H^4 \\ SO^2 \end{matrix}\right\} OH \qquad \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} N.$$

Кромѣ того желчь содержитъ красящія вещества, которыя придаютъ ей зеленый цвѣтъ; при нагрѣваніи съ азотной кислотой они окрашиваются въ синій цвѣтъ и затѣмъ въ фіолетовый; этой реакціей пользуются для открытія присутствія желчи. *Холестеринъ*, $\left.\begin{matrix} C^{26}H^{43} \\ H \end{matrix}\right\} O$, входитъ постоянно въ составъ желчи, яичнаго желтка,

мозга и другихъ частей тѣла; онъ встрѣчается также въ растительномъ царствѣ, напр. въ горохѣ. Холестеринъ представляетъ одноатомный спиртъ, который по своей формулѣ принадлежитъ къ одному ряду съ коричнымъ спиртомъ.

Слизистая оболочка желудка отдѣляетъ постоянно прозрачную жидкость, *желудочный сокъ*. Онъ имѣетъ особенный запахъ, соленокислый вкусъ, кислую реакцію и содержитъ различныя соли, молочную кислоту, соляную кислоту и особенное вещество *пепсинъ*, которое служитъ для раствореніе и переваренія бѣлковыхъ веществъ. Чистый пепсинъ есть желтоватый порошокъ, легко растворимый въ водѣ. Подкисленный растворъ его растворяетъ мясо, бѣлокъ и т. д. въ значительныхъ количествахъ.

Молоко. Составъ этого важнаго выдѣленія организма значительно видоизмѣняется у различныхъ животныхъ, но молоко каждаго вида содержитъ всѣ вещества, необходимыя для образованія тѣла молодаго животнаго этого вида. Всякое молоко содержитъ казеинъ, вещество по составу близкое къ мясу, жиръ (масло), молочный сахаръ и соли, именно хлористые щелочные металлы и фосфорнокальціевую соль, которые необходимы для образованія костей.

Составъ молока слѣдующій:

	Женщины.	Коровы.	Козы.	Ослицы.	Собаки.
Воды.	88,6	87,4	82,0	90,5	66,3
Масла.	2,6	4,0	4,5	1,4	14.8
Молочнаго сахара и растворимыхъ солей.	4,9	5,0		6,4	2,9
Казеина и нерастворимыхъ солей.	3,9	3,6	3,6	1,7	16,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Удѣльный вѣсъ молока колеблется между 1,030 и 1,036.

Моча. Эта жидкость, выдѣляемая почками, удаляетъ изъ организма весь азотъ потраченныхъ тканей въ формѣ мочевины и мочевой кислоты. Моча здороваго взрослаго человѣка содержитъ среднимъ числомъ во 100 частяхъ:

Мочевины	1,4
Мочевой кислоты.	0,1
Красящаго вещества, слизи и т. д. .	1,5

Солей	1,3
Воды.	95,7
	100,0

Животныя и растенія.

Различіе между жизнью животныхъ и растеній вообще состоитъ въ томъ, что животное питается организованными соединеніями, принимаетъ кислородъ и выдѣляетъ угольный ангидридъ и другіе продукты окисленія, а растеніе, питаясь неорганизованной пищей (преимущественно угольнымъ ангидридомъ, водой и амміакомъ), организуетъ ее и выдѣляетъ кислородъ. Химическія функціи животныхъ основываются на окисленіи, а растеній на возстановленіи. Пища служитъ растеніямъ главнымъ образомъ для увеличенія ихъ массы, тогда какъ животное, достигнувъ опредѣленнаго роста, питается для того, чтобы возобновлять ткани, потраченныя жизненной дѣятельностью. Проявленія силъ, дѣйствующихъ въ животномъ тѣлѣ, вызываются медленнымъ сгараніемъ его самого, тогда какъ растенія получаютъ всю силу необходимую для организаціи ихъ пищи, непосредственно отъ солнца.

Дыханіе и животная теплота. Животныя воспринимаютъ кислородъ изъ воздуха посредствомъ легкихъ или жабръ, черезъ которыя непрерывно протекаетъ кровь, поглощающая кислородъ. Кровь не приходитъ въ непосредственное соприкосновеніе съ воздухомъ, но отдѣляется отъ него тонкой перепонкой, которая представляетъ огромную поверхность. Газы просачиваются черезъ эту перепонку или вслѣдствіе диффузіи, или вслѣдствіе того, что они переходятъ въ растворъ. Точно такимъ же образомъ какъ кровь воспринимаетъ кислородъ изъ легкихъ, она отдаетъ имъ продукты окисленія и тѣмъ самымъ становится способною снова поглощать кислородъ и возвращать продукты окисленія.

При каждомъ актѣ дыханія легкія выводятъ отъ 350—700 куб. ц. газовъ; но при этомъ они не опоражниваются совершенно, такъ-какъ вмѣстимость ихъ гораздо больше.

Число дыханій въ минуту около 15, выдыхаемый воздухъ содержитъ отъ 3—6% углекислоты, онъ не можетъ поддерживать горѣніе свѣчи. Въ бодрствующемъ состояніи выдѣляется углекислоты болѣе, чѣмъ во

время сна, во время работы и движенія больше, чѣмъ въ состояніи покоя. Напротивъ того, кислорода поглощается ночью болѣе, чѣмъ днемъ; такъ что онъ ночью накопляется и потребляется затѣмъ по мѣрѣ надобности. Слѣдующая таблица изображаетъ этотъ обмѣнъ, она указываетъ также на то, что количество выдѣляемой воды и мочевины также подлежитъ колебаніямъ. Опыты производились надъ молодымъ сильнымъ работникомъ:

Нерабочій день.

	Выдѣлено въ граммахъ:			Принято:
	Угольнаго ангидрида.	Воды.	Мочевины.	Кислорода.
Днемъ				
отъ 6 часовъ утра до 6 часовъ вечера	532,9	344	21,7	234,6
Ночью				
отъ 6 часовъ вечера до 6 часовъ утра	378,6	483,6	15,5	474,3
Рабочій день.				
Днемъ	884,6	1094,8	20,1	294,8
Ночью	399,6	947,3	16,9	659,7

У больнаго мочеизнуреніемъ были наблюдаемы слѣдующія числа:

	Выдѣлено въ граммахъ:			Принято:
	Угольнаго ангидрида:	Воды.	Мочевины.	Кислорода.
Днемъ	359,5	308,6	29,6	278,0
Ночью	300,0	302,7	20,2	294,2

Взрослый человѣкъ выдѣляетъ среднимъ числомъ въ часъ 20 литровъ угольнаго ангидрида (при 0° и 760 мм. давленія) или около 39 граммовъ, что соотвѣтствуетъ 10,6 граммамъ углерода. Вслѣдствіе такого медленнаго сгаранія развивается теплота тѣла, но увеличивается ли она и другими химическими процессами, это рѣшить трудно, потому что происходящія въ тѣлѣ химическія измѣненія весьма сложны и мало изслѣдованы. Во всякомъ случаѣ большая часть животной теплоты развивается вслѣдствіе окисленія углерода; такъ напр., птицы, температура которыхъ гораздо выше, чѣмъ млекопитающихъ, выдѣляютъ въ полтора раза болѣе угольнаго ангидрида. Обитатели полярныхъ странъ потребляютъ, какъ извѣстно, много жи-

ра, который своимъ сгараніемъ быстро развиваетъ теплоту, столь необходимую при холодномъ климатѣ тѣхъ странъ.

Во время голода количество выдѣляемыхъ углекислоты и мочевины быстро уменьшаются; мужчина, который долгое время постился, выдѣлялъ только третью часть того количества углекислоты, которое онъ выдѣлялъ при правильномъ питаніи. У собаки, ничего не ѣвшей впродолженіи 10 дней, количество выдѣляемой углекислоты также уменьшилось втрое, а количество мочевины составляло только $^1/_{22}$ часть выдѣлявшагося при удовлетворительномъ питаніи. Угольный ангидридъ и водяной паръ не суть единственные газообразные продукты обмѣна веществъ; при извѣстныхъ обстоятельствахъ выдѣляется также въ небольшихъ количествахъ водородъ и болотный газъ.

Приведенные здѣсь процессы еще весьма недостаточно изучены; дальнѣйшія точныя изслѣдованія необходимы, чтобы доставить намъ возможность прослѣдить совершающійся въ организмѣ обмѣнъ веществъ и дать ясное понятіе о приходѣ и расходѣ тѣла.

Питаніе растеній. Растеніе имѣетъ возможность, принимая неорганизованную матерію, превращать ее въ организованныя вещества, крахмалъ, клѣтчатку, бѣлковыя тѣла и изъ нихъ строить различные органы. Растенія могутъ жить только при свѣтѣ; въ отсутствіи солнечныхъ лучей, листья не могутъ разлагать углекислоты атмосфернаго воздуха. Чтобы отдѣлить атомы углерода и водорода, требуется нѣкоторая сила и эта сила доставляется колебаніями солнечныхъ лучей; сила также необходима, чтобы отдѣлить одинъ отъ другаго атомы составляющіе угольный ангидридъ и тѣмъ дать возможность листьямъ удержать углеродъ и возвратить кислородъ въ воздухъ для потребленія животныхъ. Если нагрѣвать растеніе при доступѣ воздуха, оно сгараетъ въ угольный ангидридъ и при этомъ освобождаетъ ровно такое же количество силы въ формѣ тепла, какое прежде было употреблено въ формѣ колебаній свѣта, чтобы разложить угольный ангидридъ и построить растеніе. Свѣтъ и теплота, производимые сгарающимъ каменнымъ углемъ, суть поэтому ничто иное, какъ только свѣтъ и теплота солнца, которые впродолженіи тысячелѣтій сокрыты были подъ землею и такъ-какъ существованіе животнаго царства зависитъ отъ существованія растительнаго, то можно справедливо назвать людей и животныхъ дѣтьми солнца.

Вмѣстѣ съ органическими соединеніями, растенія содержатъ всегда минеральныя составныя части, которыя при сгараніи остаются въ видѣ пепла.

Углеродъ заключающійся въ органическихъ частяхъ растенія воспринимается преимущественно изъ воздуха, водородъ, азотъ и кислородъ доставляются частью атмосферой, частью почвой. Соли поступаютъ въ растенія изъ почвы через корни, которые можно разсматривать поэтому какъ ротъ растеній, а листья можно сравнить съ легкими животныхъ. Растенія находятъ въ атмосферѣ неисчерпаемый источникъ углекислоты и воды. Но сѣмя можетъ развиваться только въ почвѣ, содержащей минеральныя составныя части, необходимыя для образованія растенія; изъ нихъ корнями всасываются только тѣ, которыя могутъ ассимилироваться даннымъ растеніемъ, а другія оставляются въ почвѣ. Какія химическія соединенія происходятъ въ растеніи, какимъ образомъ углекислота, вода и аммiакъ превращаются въ сахаръ, клѣтчатку и бѣлокъ, объ этомъ мы знаемъ до сихъ поръ столько же, какъ и о томъ, почему болиголовъ производитъ ядовитый коніинъ, а растущая на той же почвѣ пшеница — питательный крахмалъ и клейковину.

Нѣкоторыя дикорастущія растенія весьма распространены и произрастаютъ на всякой почвѣ, другія же только въ извѣстныхъ мѣстностяхъ. Причина этого заключается въ томъ, что первыя требуютъ для своего развитія только такія минеральныя части, которыя распространены повсюду на земной поверхности, тогда какъ послѣднія требуютъ для своего образованія нѣкоторыхъ особенныхъ соединеній въ бóльшихъ количествахъ. Флора известковыхъ формацій имѣетъ поэтому совсѣмъ другой характеръ, чѣмъ флора песчаной почвы.

Воздѣлываемыя растенія должны получать искусственно, посредствомъ удобренія, минеральныя питательныя вещества, т. е. калійныя и фосфорныя соли (древесная зола, костяная мука), необходимыя особенно для образованія сѣмянъ. Навозъ полезенъ для культурныхъ растеній, вслѣдствіе содержанія азотистыхъ веществъ, которыя при разложеніи даютъ аммiакъ. Сельскому хозяину поэтому необходимо химическое указаніе, чтобы знать, какія составныя части содержитъ его почва, какія соли встрѣчаются въ растеніяхъ, которыя онъ хочетъ садить и какое удобрительное вещество онъ долженъ употребить, въ данномъ случаѣ, чтобы получить возможно богатую жатву.

Отдѣлъ прикладной химіи, который занимается этими вопросами, называется *Земледѣльческою Химіею.* Изслѣдованія, произведенныя по этой отрасли химіи, которая начала разработы-

ваться только въ новѣйшее время, дали намъ уже рядъ весьма важныхъ фактовъ, о которыхъ здѣсь мы не можемъ распространяться, но которые читатель можетъ найти въ сочиненіяхъ по Земледѣльческой Химіи.